UNIVERSIDAD DE SONORA

División de Ciencias Exactas y Naturales

Departamento de Matemáticas

Una estrategia didáctica para promover el desarrollo de la competencia "resolver problemas de matemáticas" en estudiantes de la carrera de Ingeniero Agrónomo en la Universidad de Sonora

Tesis que presenta

Rodolfo Godoy Rosas

Para obtener el Grado de

Maestro en Ciencias

Con especialidad en Matemática Educativa

Director de Tesis

DR. JOSÉ LUIS DÍAZ GÓMEZ

Hermosillo, Sonora, México Septiembre 2012

Dedico este trabajo académico a mis alumnos de la Escuela de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora.

Agradecimientos:

Agradezco a Dios que me asiste cuando la inspiración me falta.

A la memoria de mis padres en cualquier parte del universo donde ellos se encuentren.

A la Universidad de Sonora que ha hecho posible funcionar estructuras para la investigación y recreo dela mente y la cultura, como es este caso dematemática aplicada y su enseñanza.

A mi director de tesis, Dr. José Luis Díaz Gómez, de quien recibí puntos de vista nodales para establecer los rumbos primarios y las fronteras del trabajo.

A mi comité revisor y jurado: Dr. Ruperto Vargas Escalante, Dr. Encarnación Rosado Zavala, Dr. Agustín Grijalva Monteverde, Dr. José Luis Díaz Gómez y M.C. Jesús Manuel Duarte Sánchez, bajo cuyas indicaciones mejoramos y pulimos las aristas del trabajo.

A mis maestros de Maestría con quien interactué largas horas sobre el tema, tiempo que llevó a modelar este trabajo como una propuesta docente para la enseñanza y aprendizaje de matemática básica en el programa académico de Agronomía de la Universidad de Sonora.

A la planta de maestros del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora y del programa de formación de agrónomos, de quien pude tomar ilustración y conocimientos sobre la temática.

A mis alumnos, a quien dedico este trabajo, los que al soportar largas charlas de Matemáticas Agrícolas expresaron también su buen amor por la Agronomía.

A 21 de Septiembre de 2012. Hermosillo Sonora México.

ÍNDICE

CONTENIDO PÁGINA

Índice de Tablas

Índice de Figuras

Resumen General

Seis son los capítulos de este trabajo de desarrollo docente en Matemática Educativa, lo complementan la sección de bibliografía y un apartado más de anexos para mejor seguimiento de los temas.

I.- **ANTECEDENTES DE LA ESAGRIGAN-UNISON**. En el primer capítulo se abordan los antecedentes y contextualización regional y nacional del Departamento de Agricultura de la Universidad de Sonora lugar donde se lleva a cabo el estudio, ubicación curricular, objetivos generales y particulares del trabajo. De la misma forma quedan escritos en este primer capítulo, antecedentes internacionales en esta línea de ensayos didácticos y la metodología empleada, así como las motivaciones personales del trabajo.

Se destaca una visión rápida del campo de las matemáticas en el currículo de la vieja Escuela Superior de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora y su transformación en el actual programa de Ingeniero Agrónomo del Departamento de Agricultura y Ganadería.

II.- **METODOLOGÍA Y OBJETIVOS DEL TRABAJO**. El segundo capítulo describe la metodología empleada en la búsqueda de la propuesta didáctica, así como el objetivo general y objetivos particulares del trabajo. Se reporta el primer protocolo llevado a cabo a fin de establecer la ruta de trabajo en nuestro escenario académico, esto es, la primer encuesta y cuestionario para conocer la opinión de maestros y estudiantes del programa de I.A. sobre la matemática de la carrera y su enseñanza.

III.- **ELEMENTOS TEÓRICOS**. El tercer capítulo son los elementos teóricos del enfoque histórico social que tomamos en consideración para el marco referencial teórico y metodológico. Se destaca la estrategia para plantear y resolver problemas de Polya, la propuesta de Mazarío del año 2002 así como las consideraciones de zona de desarrollo próximo y metacognición propuestas por Vygotsky para el ambiente escolar.

Se definen entre otros elementos: problema, situación problémica, matemáticas agrícolas y la propuesta didáctica para resolver situaciones problémicas de matemáticas en Agronomía, a fin de estructurar la estrategia para promover el desarrollo de la competencia resolver problemas de matemáticas aplicadas en contextos agrícolas.

IV.- **EN BUSCA DE UN MODELO PARA RESOLVER PROBLEMAS DE MATEMÁTICA AGRÍCOLA**. Con este capítulo concluye la justificación teórica e identificación de nuestra propuesta docente, se presentan distintos modelos y procesos para resolver problemas, lo cual nos lleva al modelo enriquecido Polya-Mazarío, como la propuesta de estrategia didáctica para nuestro trabajo.

Finalmente se presentan las cinco fases o espacios del modelo exponiendo distintas acciones que lo constituyen, ofreciendo una forma segura de seguir el proceso resolutivo de un problema.

V.- **IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO**. El capítulo cinco da fe de la puesta en marcha del modelo Polya-Mazarío; la solución de cada problema, exhibe las etapas de este modelo propuesto para desarrollar la competencia resolver problemas de matemáticas agrícolas.

Para expresar la puesta en marcha del plan Polya-Mazarío se reconstruye parte de los trabajos realizados por el maestro facilitador y estudiantes avanzados en el curso normal de Introducción al Cálculo Diferencial e Integral y en Elementos de Cálculo Integral y Álgebra Lineal, en el aula o fuera de ella.

Presentamos igualmente uno de los reportes de un taller de razonamiento plausible dirigido por estudiantes avanzados con sus compañeros de clase, llevado a cabo en diferentes locaciones: en el aula, en el laboratorio de matemática agrícolas y al aire libre en instalaciones del campo experimental del DAG-UNISON.

VI.- CONCLUSIONES. El capítulo seis es de conclusiones. Al identificar y llevar a cabo nuestra propuesta didáctica se alcanza el objetivo general y los objetivos particulares del trabajo; en este capítulo comentamos además, los resultados de las encuestas que presentan el cambio de opinión estudiantil y magisterial observado después de implementar la propuesta didáctica. Para terminar señalamos algunas líneas abiertas de investigación que se generan y podrían ser continuación de este trabajo.

Palabras claves: *situación problémica, problema, competencias, contexto, cognición, metacognición, matemáticas agrícolas, constructo, estrategia, heurística, transposición didáctica, enseñanza y aprendizaje, saber pensar-saber hacer*.

CAPITULO 1 ANTECEDENTES DE LA ESAGRIGAN-UNISON

La agricultura es la única fuente constante,
Cierta e intensamente pura de riquezas
Martí 1890

1.0 Presentación

En este primer capítulo se abordan los antecedentes y contextualización regional y nacional del Departamento de Agricultura la Universidad de Sonora (llamaremos DAG-UNISON) lugar donde se lleva a cabo el estudio, ubicación curricular, objetivos generales y particulares del trabajo. De la misma forma quedan escritos en este primer capítulo, antecedentes internacionales en esta línea de ensayos didácticos.

Se destaca una visión rápida del campo de las matemáticas en el currículo de la vieja Escuela Superior de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora (la que llamamos ESAGRIGANUN-ISON) y su transformación en el actual programa de Ingeniero Agrónomo del Departamento de Agricultura y Ganadería (I.A.DAGUNISON).

1.1 Agricultura y matemáticas en Sonora

Las Escuelas de Técnicos e Ingenieros Agrícolas en México inicia con la creación del proyecto de la Universidad Agraria de Chapingo, con orígenes en febrero de 1854 en la Escuela Nacional de Agricultura (llamaremos ENA) que reinicia actividades el 20 de Noviembre de 1923, con el lema, "Enseñar la Explotación de la Tierra, no la del Hombre", es el primer antecedente académico institucional para la formación de Ingenieros Agrónomos en el país, “posteriormente en 1974 se inaugura oficialmente como Universidad Autónoma Chapingo (a quien llamaremos UACH), consolidándose desde entonces como el punto de referencia nacional en educación agrícola” (Uach, http).

En Sonora, según Archivos y actas constitutivas del ahora Departamento de Agricultura y Ganadería, el I.A. aparece en 1953 en nuestra Universidad como ESAGRIGAN-UNISON expidiendo los títulos de Técnico Agrícola y Profesional en Ingeniería Agrícola” (Dag-unison, a).

Un fenómeno parecido se da en el Estado de Coahuila “la fundación en 1957 de la Escuela Superior de Agricultura Antonio Narro, hoy Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (a quien llamaremos UAAAN) inició con la fortuna del Sr. Antonio Narro: la Hacienda de Buenavista y 22 mil pesos” (Uaaan, http). Paralelamente “en 1954 nace la Universidad Autónoma de Chihuahua (a quien llamaremos UACh) se fortalece en 1956 con la Facultad de Ciencias Agrícolas-Forestales y el nacimiento de la facultad de zootecnia, y posteriormente en 1959 con la carrera de Ingeniero Topógrafo Geodesta” (UaCh, http).

En los últimos 50 años surgen más instituciones y programas académicos para capacitar a Técnicos e Ingenieros en Ciencias Agropecuarias en el país, por ejemplo, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (a quien llamaremos INIFAP) “creado en 1960 como Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas” (Inifap, web), la Asociación Mexicana de Educación Agrícola Superior A.C. (a quien llamaremos AMEAS) “fundada en 1971, la cual para el 2000 agrupa 56 instituciones” (Ameas, org), creándose en ese mismo año el Comité Mexicano de Acreditación de la Educación Agronómica A.C. (a quien llamaremos COMEAA), “para la información, difusión, sugerencias, evaluación y mejor desempeño de la enseñanza institucional, reconocido por AMEAS y el Consejo para la Acreditación de la Educación Superior AC (a quien llamaremos COPAES) ” (Comeaa, org).

“En el 2001 inició la construcción de un Sistema para la Acreditación de los programas educativos que las instituciones ofrecen, donde la función del COPAES es regular los procesos de acreditación y dar certeza de la capacidad académica, técnica y operativa de los organismos acreditadores” (Copaes, org).

Respecto al crecimiento de la enseñanza agrícola en el país, el 26 de Enero de 2010 COMEAA, reporta una lista de 115 acreditaciones, 110 programas de Ingenierías y Licenciaturas Agrícolas, cuatro Técnicos Universitarios y un Profesional Asociado Agro tecnólogo. Esta superestructura ha influido en la generación de profesionales agrícolas, así como en la cultura y solución de los problemas de producción agrícola. “En 2009 el programa de IADAG-UNISON es acreditado por COMEAA en segunda ocasión” (Plan 2009-2013).

En Sonora, una de las primeras actividades de investigación reconocidas en la dirección de plantear y resolver problemas agrícolas, se lleva a cabo cuando “en 1910, la

Compañía Richardson, concesionaria del Gobierno Mexicano, traza el sistema de riego de canales y líneas de fraccionamiento en el Valle del Yaqui" (Ciano, http). En este escenario había una preocupación de autoridades de gobierno e institutos educativos, ocasionada por la necesidad creciente de alimentos en el país, incrementada por la demanda de productos agropecuarios de un vecino con una gran capacidad adquisitiva, "después de la Segunda Guerra Mundial (1939-1945) ambos mercados exigían más y mejor producción agrícola alimentaria del campo mexicano, la agricultura fronteriza del noroeste mexicano se tornó estratégica para el mercado nacional y complementaria para el estadounidense. A partir de 1942 el empeño de los gobiernos se dirigió a extender la frontera agrícola, la superficie de tierra irrigable con la creación de distritos de riego" (Almada 2000).

"Los esfuerzos por fundar la Universidad de Sonora dan frutos en 1942" (Unison, http) y en su interés agropecuario destacaba al profesional de agronomía, pues las actividades agrícolas del estado se habían iniciado con mucha fuerza y demandaban agrónomos para la región. En efecto en Sonora en 1943 y conociendo las exigencias alimentarias posteriores a la Segunda Guerra Mundial, "inicia la Oficina de Estudios Especiales de un programa cooperativo de la Fundación Rockefeller y la Secretaría de Agricultura y Ganadería (la que llamaremos SAG), con científicos norteamericanos y mexicanos. Como parte del equipo de investigadores de este programa el Dr. Norman E. Borlaug en 1960 inició a partir de entonces los primeros ensayos de selección de líneas mejoradas de trigo con resistencia a royas, significando mejor calidad mayor producción por hectárea ." (Ciano, http).

El proyecto de ESAGRIGAN para "la formación de Ingenieros Agrónomos en la UNISON inicia en el año 1953, lo cual vino a reforzar la agricultura regional en la Costa de Hermosillo" (Hist, 1), donde "el bombeo de aguas subterráneas regaba ya más de 110 mil hectáreas de trigo y algodón" (Hist, 2). "Después de la construcción de la presa Abelardo L. Rodríguez en el año 1955" (Hist, 3) esta superficie sembradas, "crece en los valles de El Carrizal y El Sahuaral hasta 270 mil hectáreas, cosechando granos, fibras y oleaginosas" (Hist, 4).

Los iniciadores del modelo de Ingeniero Agrónomo de 1953 así como los continuadores inicio del presente siglo, fueron afines en la visión de un profesionista capaz de plantear y resolver problemas, planear proyectos agroindustriales e incorporar la enseñanza de las matemáticas en una de las ingenierías que despuntaba en el país como es la Agronomía.

Los presentes años de la economía nacional continúan en un contexto de globalización en la producción y comercialización en el renglón agropecuario, donde la resolución de problemas matemáticos en los procesos productivos, poscosecha y mantenimiento agrícola y ganadero, ocupa un lugar relevante.

Así lo consignan, el surgimiento y la movilidad de dependencias en gobierno donde se tratan temas de producción e inversiones en el campo como son el Registro Agrario Nacional que pasa a ser en 1960 Departamento de Asuntos Agrarios y colonización (Gob. Son, 2012) y posteriormente en 1974 Secretaria de la Reforma Agraria (Sagarpa, http); también el surgimiento y fortalecimiento de organismos de académicos como INIFAP, AMEAS, COMEAA, COPAES, arriba citados, "para la investigación y evaluación de procesos educativos y productivos en agro ciencias así como para la formación y evaluación de profesionales agrónomos" (Sagarpa, http).

El carácter integral que requiere la solución de los problemas científicos y económicos actuales, así como la alta eficiencia de los especializados métodos utilizados para influir la esfera laboral, exigen una alta preparación del futuro profesionista, el cual debe poseer habilidades y hábitos basados en conocimientos especializados, razón por la que en las aulas universitarias siempre ha estado el futuro del país y muchos han sido los esfuerzos durante años para perfeccionar el sistema educativo.

Por alguno ejemplo, un ingeniero agrónomo requiere saber valorar la relación que existe entre la multiplicación de las bacterias y el tiempo entre la desintegración proteica de una enzima y el sustrato aplicado, entre el rendimiento de un cultivo y la fertilización. Un ingeniero agrónomo necesita analizar si un aditamento a una maquinaria aumenta o no su tiempo de servicio sin roturas, así como optimizar recursos y transportación, teniendo en cuenta limitaciones reales. También requiere valorar la relación que existe entre una determinada enfermedad y las condiciones climáticas o del lugar donde se encuentren los animales, asimismo, las curvas de crecimiento animal, producción de leche, tablas estadísticas y gráficas de respuesta a diferentes medicamentos, etc.

Actualmente, el gobierno Mexicano impulsa diferentes programas académicos para promover y fortalecer la capacidad de plantear y resolver problemas en distintas niveles educativos con proyectos determinados; por ejemplo en Sonora, el programa desarrollado recientemente en capacitación de normalistas y educadores para estudiar el rol que juegan los problemas en la enseñanza de las matemáticas en primaria y secundaria, convenio SEC-UNISON del 2006 (Gaceta 2011).

Otro ejemplo de corte nacional cuyo objetivo es la identificación de capacidades en escolares de nivel medio, lo muestra la nota periodística publicada en París en el año 2007: "los estudiantes mexicanos de secundaria ocupan el puesto 37 de la lista de capacidades en matemáticas, lectura y resolución de problemas, y el 38 en conocimiento científico, datos del estudio que midió el nivel en estas cuatro áreas en un total de 41 países, cuyo objetivo esdeterminar en qué medida los alumnos son capaces de elaborar y aplicar modelos matemáticos en labores de la vida cotidiana, así como interpretar, validar y comunicar los resultados, …, el 26 por ciento de los jóvenes de 15 años es incapaz de resolver problemas matemáticos básicos de la vida corriente, la muestra mexicana fue de 29 mil 983 estudiantes en mil 124 escuelas, la más numerosa de los países investigados" (Notimex 2007).

Teniendo en cuenta ejercicios como los anteriores para tratar requerimientos, necesidades y problemas tecnológicos y científicos no resueltos que el creciente desarrollo del país en la rama agropecuaria plantea, es necesario esbozar acciones pedagógicas en la carrera de Agronomía, con el objetivo de lograr la formación de habilidades matemáticas en los estudiantes y que logren un buen desempeño profesional.

1.2 Plantear y resolver Problemas, nuevo estilo en enseñanza de las matemáticas para IA del DAG-UNISON

Para contribuir a la solución de este rezago tecnológico y cultural, la Universidad de Sonora ha venido remodelando los programas en ejercicio del IADAG-UNISON (Dag-unison, c) parte de lo cual queda rescatado en la tabla número uno; también el Plan de Desarrollo Institucional de la Universidad (Plan 2009-2013), explicita la intención de la nueva currícula por "mejorar el proyecto del IADAG-UNISON en la competencia de resolución de problemas en ciencias agropecuarias", lo que se suma a la línea de "competencias y saberes" de las cartas descriptivas de las asignaturas anexas: "el alumno utilizará las herramientas matemáticas del cálculo diferencial e integral para resolver problemas del entorno productivo, identificará, organizará, planteará y esquematizará problemas de máximos, mínimos, áreas y reacciones químicas relacionados con su profesión" (Anexo 5).

El uso de las Tecnologías de la Informática y Comunicación como una herramienta sistemática de trabajo del IA, corre paralela al uso de las herramienta matemáticas, agiliza respuestas exitosas en la forma de plantear y resolver problemas utilizando de manera acertada y consciente definiciones, conceptos y procesos lógicos; por lo tanto, es importante insistir en la utilización de los dispositivos y programas existentes como son: calculadora científica, Excel, Word, PowerPoint y la misma red web de acuerdo a la complejidad presentada.

Los elementos anteriores se complementan en la tarea de repensar el proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas aplicadas en escuelas agropecuarias y estimular la educación por competencias que propone el actual programa de IA.

Donde los siguientes aspectos y líneas de investigación juegan importante rol en esta tarea: antecedentes formativos preuniversitarios y estructuras de pensamiento que el estudiante utiliza, información general sobre los conceptos matemáticos, métodos de estudio y memorización en la disciplina, cognición, métodos cognitivos en la resolución de problemas, metacognición y lenguaje matemático utilizado, enseñanza vertical y paralela entre iguales, métodos y razonamiento plausible y holísticos en la enseñanza, presentación y aprendizaje de los conceptos así como aprovechamiento de las TIC y el ejercicio de plantear y resolver problemas en contexto con una matemática aplicada a las ciencias agropecuarias.

Considerando la opinión de maestros nacionales y extranjeros, se observa que las acciones desarrolladas para plantear y resolver situaciones problémicas agrícolas, sitúan al estudiante en el camino de cimentar una de las competencias profesionales más importantes de la vida del IA: la competencia para resolver problemas matemáticos en Agronomía.

Este entrenamiento es puerta de entrada a la actividad profesional del Agrónomo y una forma segura de aumentar su autoestima, indispensable para el contacto con sus compañeros, maestros, materia de trabajo y también con la institución; pero no solo eso, sino que le crea un camino más amistoso en el intento de aprender las matemáticas de su profesión y relacionarse con las demás ciencias.

No obstante que los programas de asignatura declaran la necesidad de resolver problemas del entorno (Anexo cinco), en la práctica tenemos un abandono a esta sugerencia y un fenómeno sorprendente de reprobación, deserción, enemistad del estudiante de agronomía con el campo de las matemáticas y con todo tema curricular que contenga matemáticas aplicadas.

Llama la atención, relacionado también con el párrafo anterior, la metamorfosis que el campo de las matemáticas ha sufrido de 1953 a la fecha. Justificadamente o no, maestros y funcionarios se vieron obligados a eliminar de la currícula no solo asignaturas de alta aplicabilidad en Agronomía como fueron Ecuaciones Diferenciales, Geometría Analítica, Álgebra Básica, Nomografía y Cálculo, Experimentación Agropecuaria entre otras (tabla uno), sino también subtemas interesantes de sus materias formativas que eran afines con el discurso matemático y que hoy debieran de ser incluidos.

1.3 Evolución curricular de la matemática en IA

El mapa curricular (Anexo 1) del plan de estudio de IA (Dag-unison, c), no ha permanecido estático de 1953 a la fecha. Actualmente sitúa a la Agronomía tanto en las Ciencias e Ingenierías, como en las Químico Biológicas y de la Salud, perfila al agrónomo en una doble presentación: por un lado, como un practicante del estudio del suelo, agrimensura, sistemas de riego, maquinaria y economía agrícola, selección, diseño y construcción de instalaciones agrícolas y ganaderas, manejo de pastizales e invernaderos, levantamientos hidráulicos, topográficos e instrumentos de medición; y por otro lado, lo orienta como biólogo y ecólogo al investigar y clasificar plantas, animales, especies de cultivos forrajeros, alimentación y enfermedad animal y vegetal, tipo de suelo, hábitat certificador y aplicador de fertilizantes e insecticidas así como seguidor de procesos cíclicos biológicos, hidráulicos y climáticos.

La ESAGRIGAN inicia en su primera etapa con la formación de Técnicos Agrícolas, incluyendo en sus planes de estudio los siguientes cursos de Matemáticas:

Álgebra General, Trigonometría, Geometría Analítica y Cálculo Diferencial junto a una línea remedial llamada “Matemáticas Complementarias”, pues considera la aceptación de jóvenes graduados de secundaria.

Aunque muy importante este paso, es muy corto, ya que en 1961, la UNISON aprueba el plan de estudios para IA con el requisito de preparatoria terminada y las especialidades son Fitotecnia, Zootecnia e Ingeniería Agrícola; en el plan de estudios incluyeron los cursos de Álgebra, Aritmética y Geometría, Trigonometría Plana y en el Espacio, Geometría Analítica, Cálculo Diferencial e Integral, Mecánica Analítica y Biometría.

De tal manera que para 1964, al grupo original de Álgebra General, Trigonometría, Geometría Analítica y Cálculo Diferencial y “Matemáticas Complementarias”, se incorporan las materias: Nomografía y Cálculo y, en especialidades tratando problemas cuantitativos de la ciencia, Experimentación en Fitotecnia y Experimentación en Zootecnia.

En 1978 los avances tecnológicos en la agroindustria, el refinamiento científico en agricultura y ganadería en la región y el país, así como como el proceso de Departamentalización de la Universidad de Sonora, impactan los programas y planes de estudio expresándose en la creación de 6 especialidades: Fitotecnia, Zootecnia, Irrigación, Horticultura, Manejo de Pastizales y Parasitología Agrícola en cuyo cuadro de materias básicas obligatorias estuvieron: Álgebra lineal, Cálculo Diferencial e Integral, Ecuaciones Diferenciales, Probabilidad y Estadística, Métodos Estadísticos Aplicados, así como, dos cursos de Física: Mecánica y Fluidos y Calor.

De 1989 a 1991 el programa de IA ofertó las especialidades de Zootecnia y Fitotecnia en el marco de una educación y administración por departamentos, donde la ESAGRIGAN se transforma en el DAG-UNISON y parte de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud de la Universidad de Sonora.

En este ambiente, las asignaturas de matemáticas del programa de IA son consideradas un servicio del Departamento de Matemáticas de la División de Ciencias Exactas y Naturales, donde el campo de las matemáticas para el IA se recompone ahora como: Introducción al Cálculo Diferencial e Integral, Elementos de Cálculo Integral y Álgebra Lineal, Bioestadística I, Diseño de Experimentos y Mecánica General (de física).

En este escenario, en 1991 el Congreso del Estado de Sonora aprueba la Ley 4 referente a la reglamentación interna de la Universidad de Sonora. Se crea una nueva presentación del mapa curricular para el programa académico de IA (Archivos-dag-unison) cuyos titulados llevarán el nombre de Ingeniero Agrónomo, manteniendo invariable el campo de Matemáticas (tabla 1). A partir de entonces sólo se han venido practicando ajustes, reacomodos temáticos o estilos de enseñanza sin variar los contenidos o nombres de las asignaturas.

La anterior evolución curricular, aunada a consideraciones cualitativas que autoridades universitarias argumentaron para el paso de un escenario al siguiente, dan fe de la voluntad de la institución universitaria para su autogestión ante las exigencias que un estado como el de Sonora eminentemente agrícola y ganadero sugiere a su quehacer.

Estos escenarios, que se transforman en situaciones problémicas cotidianas, exigen al agrónomo la competencia profesional de saber resolver situaciones en contexto, proponer soluciones y generalizarlas.

Al ser competente en el uso de categorías y constructos técnicos y científicos propios de su profesión, se sitúa, desde el punto de vista del proyecto formativo universitario, como uno de los mejores usuarios de conceptos, procesos de pensamiento y modelos de Matemáticas Aplicadas.

1.4 Principal impedimento cognitivo en el proceso de aprender y enseñar matemáticas básicas en IA-DAG-UNISON

No obstante la armónica construcción curricular, que comentamos, la contradicción principal en el proceso de enseñanza de Matemáticas Básicas para el Agrónomo se expresa en la existencia de dos elementos actuantes: por un lado están los programas de la matemática curricular, que presentan el ***modelo de aprendizaje basado en un razonamiento predominantemente lógico-deductivo***, de lo general a lo particular, y por el otro el ***modelo de aprendizaje del estudiante de agronomía,*** un modelo predominantemente pragmático, basado en un razonamiento lógico-inductivo de aprendizaje heredado de las actividades de origen, donde a partir del estudio de situaciones específicas obtiene reglas generales.

Tabla 1.- Evolución del campo de las matemáticas en el Plan de Estudios IA-DAG-UNISON 1953 A 2012.

año	asignatura	especialidad
1953	Matemáticas complementaria Álgebra General Trigonometría Geometría Analítica Cálculo Diferencial	Técnico Agrícola Ingeniería Agrícola
1961	Álgebra Aritmética y geometría plana y en el espacio Geometría Analítica Cálculo Diferencial e Integral Mecánica Analítica Biometría Nomografía y Cálculo Experimentación en Fitotecnia Experimentación en Zootecnia	Fitotecnia Zootecnia Ingeniería Agrícola
1964	Geometría Analítica Cálculo Diferencial e Integral Mecánica Analítica Nomografía y Cálculo Experimentación Agrícola	Fitotecnia Zootecnia Ingeniería Agrícola
1978	Álgebra Lineal Geometría Analítica Cálculo Diferencial e Integral Ecuaciones Diferenciales Probabilidad y Estadística Métodos Estadísticos Mecánica (física) Fluidos y Calor	Fitotecnia Zootecnia Irrigación Horticultura Manejo de Pastizales Parasitología Agrícola
1984	Matemáticas I Matemáticas II Álgebra Lineal Geometría Analítica Ecuaciones Diferenciales Probabilidad y Estadística Métodos Estadísticos Mecánica (física) Fluidos y Calor	Fitotecnia Zootecnia
1989	Introducción al Cálculo Diferencial e Integral Elementos de Cálculo Integral y Álgebra Lineal Bioestadística I Diseño de Experimentos Mecánica General (física)	Fitotecnia Zootecnia
1992-2012	Rediseño y ordenaciones temáticas	Ingeniero Agrónomo

Esta es la contradicción: la lógica inductiva de actuación del IA en el agro sistema contra la lógica deductiva que los programas de matemáticas proponen para enseñar matemáticas universitarias en la carrera de Agronomía.

Resolver esta contradicción desde el proceso educativo de las Matemáticas Agrícolas, implica en primer lugar la dinámica de tomar en cuenta los modos de actuación del profesional que se forma a través de una enseñanza que enfatiza de una manera natural la resolución de problemas en contexto, y en segundo lugar el uso de esta metodología de formación como vía de acercamiento y salvación de la brecha entre los objetos matemáticos y el objeto de su profesión. Es decir, invertir el tradicional proceso de transitar por el pensamiento deductivo hacia el conocimiento y dar paso al proceso de transitar por el pensamiento inductivo hacia el conocimiento.

En esta búsqueda algunos antecedentes que encontramos fuera del país, orientados hacia la enseñanza de las matemáticas agrícolas, son los siguientes:

a) En el Caribe, según Mazarío, (2002), “durante el aprendizaje de las Matemáticas los alumnos estudian conceptos, teoremas algoritmos, definiciones, y varias estrategias que son utilizadas para resolver problemas. La resolución de problemas es considerada como un componente necesario del proceso de la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas en Ingeniería Agrícola, pero a pesar de todos los esfuerzos realizados para comprender los procesos presentes en la solución de problemas matemáticos, estos continúan siendo un área difícil para los estudiantes”. Además, comenta que las investigaciones realizadas sobre este tema, son varias, entre ellas: el uso de estrategias, la forma como resuelven problemas novatos contrastándola con expertos, cognición y solución de problemas, y también estudios de cómo la cognición y la metacognición interactúan en el momento en que el estudiante se enfrenta a un problema de índole matemática.

b) En América del Norte, en un estudio realizado por la Universidad Estatal de Iowa EEUU en la década de los 80 “Con respecto a la Importancia de Incluir la Enseñanza de Conceptos matemáticos en el Programa de Estudio Vocacional con Especialidad en Agricultura y en los Programas Profesionales Agrícolas, se propone la inclusión de 13 conceptos temáticos de Matemáticas Básicas, entre ellos: Volumen, Unidad de Medida, Conversión de Unidades, Uso de Números Enteros, Media Estadística Simple, Razón, Proporción, Porcentaje, Fracción, Decimal, Algebra Elemental, Tablas y Gráficas" (Miller - Vogelsan 1983).

c) En América del Sur, maestros universitarios concluyen en una de sus investigaciones, sobre la resolución de problemas en la enseñanza del Cálculo, en Bolivia:

- "en relación con la solidez de los conocimientos asimilados, se puede observar lo siguiente: Los estudiantes prefieren sólo resolver ejercicios, sin emplear axiomas, teoremas, definiciones, conceptos, etc.
- La negativa para resolver problemas permite aseverar que usualmente los estudiantes olvidan lo que en un momento determinado mostraron haber aprendido, porque retuvieron en su memoria los conceptos y procedimientos de aprendizaje como hechos aislados y no inmersos en una organización, estructura lógica o conocimiento contextualizado.
- Generalmente, lo aprendido en su momento en un lapso del tiempo se reproduce tal cual sin conexiones con otros conocimientos, mostrando la falta de firmeza.
- En la resolución de problemas hay bloqueos mentales y es porque no hay una organización efectiva del conocimiento por los estudiantes" (Abarca 1999).

CAPITULO 2 METODOLOGÍA Y OBJETIVOS DEL TRABAJO

Me parecía que había de encontrar más
Verdad en los razonamientos que uno
Hace sobre lo que le interesa, que lo
Que hace un sabio en su gabinete
Descartes 1637

2.0 Presentación

El presente capítulo describe la metodología empleada en la búsqueda de la propuesta didáctica, así como el objetivo general y objetivos particulares del trabajo. Damos cuenta del primer protocolo llevado a cabo a fin de establecer la ruta de trabajo en nuestro escenario académico: esto es, la primera encuesta y cuestionario para conocer la opinión de maestros y estudiantes del programa de I.A. sobre la matemática de la carrera y su enseñanza.

2.1 Objetivo general

La búsqueda de un abordaje del proceso de resolución de problemas matemáticos que ayude al estudiante de Agronomía a cruzar la brecha del no saber al sí saber, de cómo se resuelve un problema situado en su contexto profesional, delimita el objetivo general de nuestro trabajo.

En este segundo capítulo se exhibe de una manera sucinta la complejidad de la situación en que se desenvuelve la enseñanza de la Matemática en Agronomía, donde el objetivo del trabajo queda delimitado de la siguiente manera:

Proponer e instrumentar una estrategia didáctica que contribuya a promover el desarrollo de la habilidad para resolver problemas de matemáticas en estudiantes de la carrera de Ingeniero Agrónomo en la Universidad de Sonora

De estas acciones de búsqueda, propuesta e instrumentación se desprenden naturalmente objetivos particulares y una metodología específica consecuente.

2.2 Objetivos particulares

- Estudiar los fundamentos teóricos y metodológicos sobre los que es posible elaborar una estrategia didáctica para la resolución de problemas de Matemáticas en la escuela de Agricultura.

- Implementar la estrategia didáctica para la resolución de problemas de matemáticas en el escenario didáctico Introducción al Cálculo Diferencial e Integral y Elementos de Cálculo Integral y Algebra Lineal de la escuela de Agricultura de la Universidad de Sonora.
- Estudiar la opinión que tienen los estudiantes y docentes en lo referente al proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas, y sobre la aplicación de las Matemáticas en la Agricultura.
- Identificar los aspectos básicos de la matemática y las disciplinas de la carrera de Agronomía sobre las cuales inciden.
- Clasificar los problemas de aplicación del Ingeniero Agrónomo.
- Definir lo que se entiende por Matemáticas Agrícolas.
- Implementar y validar la propuesta entre estudiantes y maestros del DAG-UNISON

2.3 Metodología

El presente trabajo se desarrolló en el Departamento de Agricultura y Ganadería de la Unidad Centro de la Universidad de Sonora, ubicada en el km 21 Carretera Hermosillo-Bahía de Kino.

- La primera etapa se lleva acabo con el objetivo de la identificación de necesidades en el área de Matemáticas Aplicadas en el programa de IA del DAG-UNISON. La consulta consistió en sondeos de opinión a partir de encuestas y entrevistas aplicadas a estudiantes de los semestres III al IX y maestros de todas las academias así como consultas en archivos de la institución.
- A efecto de situar el estado actual de la temática que nos ocupa, se hizo una revisión de fuentes primarias y secundarias; esto es, bibliografía, resúmenes y listados de referencias publicadas, publicaciones periódicas, memorias de congresos y diplomados, tesis, consultas a bancos de datos así como revistas especializadas referidas a cómo abordar la solución de problemas en matemáticas aplicadas y la enseñanza de las matemáticas con una didáctica acentuada en enseñanza problémica en las ingenierías y en Ingeniería Agrícola en particular.

- En base a la información anterior, se diseña una serie de encuestas y entrevistas para ser aplicadas a estudiantes y profesores del Departamento de Agricultura y Ganadería, las cuales contienen preguntas abiertas y cerradas sobre los contenidos y nivel de aceptación de los cursos de matemáticas (Anexos 6), con espacio para propuestas sentidas por maestros y alumnos. Ello con objeto de recoger opiniones para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas aplicadas en Agricultura.
- Habiendo desarrollado las acciones y búsqueda mencionada, formulado el modelo Polya-Mazarío, de inmediato se somete a validación en las aulas con los grupos de Introducción al Calculo Diferencial e Integral (semestre I) y Elementos de Cálculo Integral y Álgebra Lineal (semestre II), lo mismo en talleres de trabajo con grupos de diferentes grados de la carrera, utilizando un estilo de razonamiento plausible y colaboración entre iguales.
- En la etapa de retroalimentación informativa y evaluación del modelo Polya-Mazarío, se consideró la opinión de estudiantes y maestros que conocieron la propuesta pedagógica y participaron en la puesta en marcha. Esta etapa final incluye el diseño y realización de encuestas y entrevistas para estudiantes y maestros en el transcurso del semestre 2011-2, buscando las opiniones resultantes de dos años consecutivos de aplicación del estilo de enseñanza problémica con el modelo propuesto, en los cursos señalados en el punto anterior.

2.3.1 Primera exploración con estudiantes

La problemática, identificada líneas arriba, impactó positivamente nuestra visión para la elaboración de un plan de trabajo que nos llevó a formular una metodología y tareas adecuadas para conseguir los objetivos de contribuir a delimitar un mejor plan para enseñar y aprender las matemáticas del programa educativo del IA de la Universidad de Sonora**.** Al principio este empeño nuestro no mostraba indicios de ser una obra exitosa, más bien parecía como “predicar en el desierto”.

Después de las primeras entrevistas y encuestas, (anexo 6), los elementos a incluir en el trabajo fueron haciéndose cada vez más visibles: los objetivos, el camino, las acciones metodológicas, la diversa conceptualización y procesos matemáticos, así como los elementos teóricos de su justificación quedando finalmente la tesis concluida a la fecha.

De las interrogantes que se combinan e influyen en la elaboración de las encuestas mencionadas están las siguientes:

¿Cómo mostrar y convencer prácticamente lo necesario que es un marco de matemáticas básicas en un desempeño óptimo del agrónomo?

¿Qué es lo que puede convencer al estudiante de Agronomía de que las matemáticas básicas son realmente un aliado natural en su adiestramiento y aprendizaje?

¿Ha cumplido la Matemática con las expectativas de este sector usuario, estudiantes y maestros de la carrera de IA? En otras palabras ¿Ha cumplido el Departamento de matemáticas de la Universidad de Sonora con las expectativas de este amplio sector usuario de matemáticas en Agronomía?

Con el propósito de encontrar elementos que nos ayudaran a llevar a cabo nuestro objetivo principal, realizamos una primera encuesta mediante un instrumento mixto consistente en preguntas de opción múltiple y abierta acompañadas de entrevistas para reconocer la opinión que guardaban en ese momento maestros y estudiantes acerca de las matemáticas y su enseñanza en la escuela de Agronomía.

Para realizar el levantamiento dividimos la materia a investigar en dos sectores cualitativamente distintos: estudiantes y maestros. Para recoger datos e información, del “sector maestro del DAG” el universo a encuestar es el total de profesores del departamento, no así en el “sector alumno del programa de IA del DAG”, donde la encuesta excluye los dos primeros semestres, pues se desea obtener información de alumnos que ya habían cursado las dos matemáticas iniciales, estudiantes que ya tuvieran criterio para evaluar la propuesta de una Matemática Aplicada a la Agronomía por haber transitado por las asignaturas de cálculo del programa de IA.

La serie de encuestas y cuestionarios para estudiantes, cuya base se presenta en el Anexo 5, fue una experiencia verdaderamente reveladora. Solicitamos a 50 estudiantes responder los reactivos, con resultados muy importantes, alentadores y ofreciendo una oportunidad para continuar con muestro trabajo.

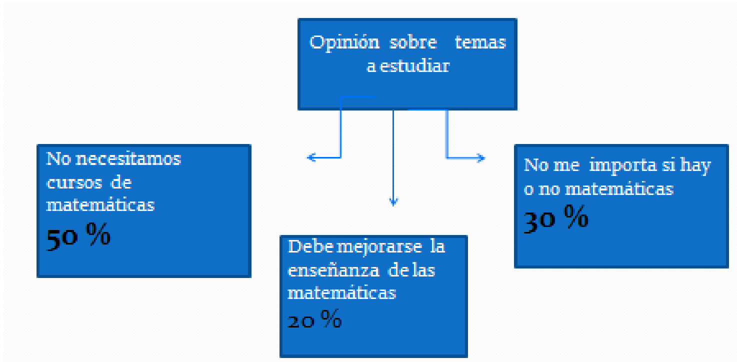


Figura 1.- Opinión de estudiantes sobre el campo de matemáticas en IA.

Este primer muestreo entre estudiantes, nos informa que sólo el 20% de los encuestados acepta: "las Matemáticas a veces se aplican en Agronomía", sugiere "mejorar la planta docente y la enseñanza de las Matemáticas"; el 30 % de los entrevistados, declaró ser "indiferente a las Matemáticas" y no interesarle el tema: "no me importa si hay o no Matemáticas"; el porcentaje restante, el mayor, fue el menos amistoso, coincide con el grupo anterior en la declaración: "jamás llevaré un curso más de matemáticas", agregando: "no hay Matemáticas aplicadas en Agronomía" y sugiere "desaparición inmediata de todas estas materias del plan de IA".

2.3.2 Primera exploración docente

La primera opinión recogida en la serie de encuestas y cuestionarios para maestros, cuya base se presenta en el Anexo 6, da su propio referente de cuál es la matemática que en Agronomía se debe enseñar. El 60% de los encuestados, figura 2, expresa que "no hay necesidad de ir más allá de la trigonometría, porcentajes, proporciones y estadística descriptiva", el resto opinó de manera similar, "es necesario incluir estadística inferencial, graficas, relaciones y funciones, y tal vez un poco de derivadas en cálculos de máximos y mínimos y alguna integral aplicada en cálculos de áreas y volúmenes".

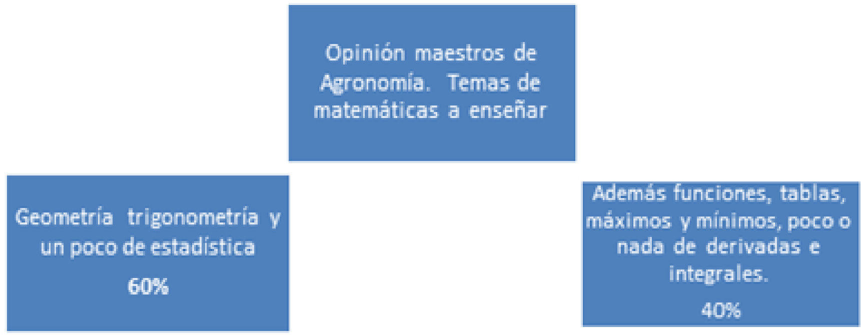


Figura 2.- Opinión de Profesores sobre el campo de matemáticas en IA.

Evidentemente las opiniones recogidas y porcentajes expuestos en las figuras uno y dos, responden negativamente a uno de los cuestionamientos primarios que originara la puesta en marcha de este trabajo:

¿Ha cumplido la Matemática con las expectativas de estudiantes y profesionales de Agronomía usuarios de Matemáticas aplicadas?

Estudiantes y docentes, rechazan y reprueban al flamante campo de Matemáticas creado a propósito para el modelo de Ingeniero Agrónomo, presentado en las cartas descriptivas (anexo 7) y llevadas a cabo por el maestro de matemáticas.

Su rechazo es congruentes con el trato que la “Matemática Moderna” ha ofrecido a esta comunidad de usuarios: “estudio de definiciones y conceptos formales, procedimientos y procesos algorítmicos deductivos de una ciencia abstracta y acabada, con una ingeniería didáctica diseñada para primero aprender definiciones y teoremas y después buscar aplicaciones” (Klein 1974), y en el caso específico, la propuesta didáctica de la Matemática moderna, acentúa el olvido de la problemática que el Agrónomo enfrenta en el aula, el laboratorio, el campo y la comercialización en aras de privilegiar el estudio de la conceptualización, algoritmos, leyes y teoremas matemáticos, con una evaluación memorista dónde conocer dichas estructuras es de mayor peso frente a resolver problemas y ejercicios en contexto.

Este escenario y problema práctico fue tornándose cada vez más nítido a partir del año 2006; un escenario académico universitario matizado por números de bajo aprovechamiento, altos porcentajes de reprobación y la enemistad excepcional de este sector usuario con “las Matemáticas”. Los resultados de las primeras entrevistas y encuestas, fueron luz verde y motivaron más nuestro trabajo.

CAPITULO 3 ELEMENTOS TEÓRICOS

Hay tiempo para todo bajo el sol. Hay tiempo para buscar y
Tiempo para encontrar. Tiempo para tirar piedras y
Tiempo para recogerlas. Tiempo para plantar y
Tiempo para levantar lo plantado
Eclesiastés (3:1)

3.0 Presentación

En este capítulo están los elementos teóricos del enfoque histórico social que tomamos como marco referencial teórico y metodológico para el trabajo. La estrategia para plantear y resolver problemas de Polya de 1945, la propuesta de Mazarío del año 2002 así como las consideraciones de zona de desarrollo próximo y metacognición propuestas por Lev. S. Vygotsky en los años de 1926 a 1934 (Vygotsky 2012).

Se definen entre otros elementos: problema, situación problémica, matemáticas agrícolas y la propuesta metodológica para resolver problemas de matemáticas en Agronomía, con lo cual se estructura un plan de trabajo para desarrollar la competencia resolver problemas de matemáticas aplicadas en contextos agrícolas.

3.1 Enfoque Histórico Cultural como Marco de Referencia

Debido a que las tendencias pedagógicas no son aplicadas de forma pura, resulta difícil establecer una clasificación que excluya una tendencia de otra. Esto nos lleva a considerar aportaciones tan valiosas como las de la Escuela Histórico Cultural en la concepción didáctica, por su interés en el desarrollo integral de la personalidad, que toma lo positivo de teorías anteriores y así enriquece su quehacer (Espinosa 2010).

La obra de Vygotsky ha sido interpretada desde múltiples aristas. Para nosotros, la propuesta Vygotskyana de zona de desarrollo próximo y metacognición (Vygotsky 2012), da la pauta para superar la parcialización cognitiva que propone el método tradicional de alumno receptor maestro expositor, permite abordar de manera diferente el proceso de educación de los alumnos y su incorporación social. Encontramos en el Enfoque Histórico Cultural elementos para fundamentar una concepción integral que facilita la comprensión del sistema de enseñanza de ayudas pedagógicas, donde la didáctica de la interactividad, estimula la formación y desarrollo de las competencias del alumno con una participación activa como sujeto autorregulado y autónomo, como agente consciente de su proceso de aprendizaje.

Atendiendo a estas consideraciones observamos que las razones de incluir cursos de matemáticas en la currícula escolar son múltiples y variadas: constituye una eficaz herramienta de trabajo, tanto intelectual como práctico; forma un área de estudio que intenta comprender los modelos que impregnan el mundo que nos rodea y cuya actividad se podría resumir mediante la expresión "resolución de problemas". Esta actividad también se orienta al acceso de ese creciente desarrollo científico, tecnológico y social de nuestra época.

Así, más allá de las aulas, el campo de las matemáticas básicas de las ingenierías agronómicas, tiene valor formativo al contribuir al desarrollo intelectual e integral del IA. Es "un microambiente" ordenado, constituido por procesos, definiciones, conceptos, constructos, formulaciones, teoremas y algoritmos que retoma el lenguaje universal de las ciencias y ofrece una relación segura con todas ellas. Por supuesto que esto también le da el aspecto tradicional, no muy amistoso para un estudiante promedio de Ingeniería, de ser una ciencia abstracta, aparentemente acabada, macro y micro infinitamente detallada, inamovible y exenta de contradicciones.

Esta contradicción, aprender matemáticas o resolver problemas, es una brecha que todavía no han podido superar pedagogos, ingenieros y matemáticos aplicados a la enseñanza de las matemáticas.

Podemos decir que la dicotomía: resolver problemas o aprender matemáticas, ha impactado a la humanidad en todos los tiempos. Enseñar la disciplina de plantear y resolver problemas en Agronomía se justifica, no sólo porque construye un instrumento que posibilita al IA incidir en el entorno agropecuario; sino que, el utilizar estas herramientas de matemáticas básicas preuniversitarias y de Cálculo Diferencial e Integral en acciones resolutivas, proporciona al joven investigador una promoción natural a los razonamientos sutiles de las matemáticas avanzadas. "Hoy en día, cada vez más investigadores, defensores de la enseñanza problémica, concluyen que la acción resolución de problemas, es una situación pragmática de transferencia de conocimientos, que ocupa un triple lugar relevante en el proceso educativo universitario: como estrategia de enseñanza, actividad de aprendizaje y un instrumento de evaluación" (Concari 2005).

3.2 Zona de desarrollo próximo, solución de problemas, cognición y metacognición

Al conceptualizar la "Zona de desarrollo próximo, Vygotsky destaca la importancia de cultivar situaciones de aprendizaje del individuo y confirma que en la enseñanza escolar la experiencia indica que la práctica de actividades donde se identifican, plantea y resuelven problemas contribuye a potenciar el desarrollo de habilidades y competencias profesionales en los estudiantes" (Concari 2005). "Vygotsky destaca las contribuciones de la cultura, la interacción social y la dimensión histórica del desarrollo mental" (Ivicy 1999).

En la enseñanza de la resolución de problemas de Matemáticas no sólo se debe atender la comprensión y aplicación de los conceptos implicados durante el proceso de resolución, sino además a las acciones meta cognitivas del pensamiento.

La metacognición "tiene su antecedente en la escuela del enfoque histórico cultural de Vygotsky. Cuando se pretende dar respuesta a una pregunta formulada, o se quiere realizar una tarea y proponer soluciones para transformar una situación inicial (el problema) en una situación final (resultados y propuestas), es necesario destacar las relaciones que se establecen entre las acciones del pensamiento, como elemento clave para la resolución de cualquier problema, al hacer referencia al carácter del proceso de la resolución, se alude a la actividad mental, a la forma peculiar en que las acciones básicas del pensamiento del alumno se manifiestan, cómo se estructuran e interactúan …" (Mazarío 2002).

Para las autoras Klingler y Vadillo, la metacognición es: "la conciencia mental y regulación del pensamiento propio, incluyendo la actividad mental de tipo cognitivo, afectivo y psicomotor" (Klingler-V 1999).

Al respecto, diferentes autores de diferentes disciplinas plantean en sus trabajos puntos de similitud, consideran la reflexión como una herramienta básica para explorar la realidad, explicarla, predecirla y actuar en ella.

Así, "la reflexión es una acción del hombre que permite la comprensión e interpretación de sus acciones, sobre cuya base forma y resuelve problemas. El conocimiento por el hombre del problema resuelto puede ser el indicador de que interpreta su actuación y comprende la diferencia de lo que es esencial y lo que es casual" (Urquijo 1991).

Unos años antes Labarrere, al investigar sobre las acciones del proceso mental que construye estrategias y caminos al analizar situaciones problémicas "Las acciones del pensamiento en su interacción, determinan el mecanismo principal de solución de cualquier problema" (Labarrere 1987).

Para la obra de Mazarío Triana esta interacción se manifiesta a través de "una doble subordinación: por una parte, la asimilación y aplicación de los contenidos constituye una condición necesaria para la formación de las habilidades y por la otra estos contenidos se adquieren y consolidan en el propio proceso de desarrollo de las habilidades. De esta manera, para apropiarse conceptualmente del conocimiento matemático y aplicarlo adecuadamente a la resolución de problemas se requiere; primero, la actividad del sujeto y segundo, un proceso de reflexión de este sujeto sobre su propia actividad" (Mazarío 2002).

"La reflexión sobre esta actividad de metacognición, metaconocimiento o autorreflexión sobre la propia actividad mental, es una de las recomendaciones más importantes que la didáctica de las matemáticas en resolución de problemas está proponiendo en los últimos años: favorecer el meta aprendizaje, es decir, la reflexión de los estudiantes sobre su propio proceso de aprendizaje" (Klingler-V 1999).

Dos características se pueden atribuir a la metacognición "una alude a su contenido, la otra a su función. En primer lugar, la metacognición es un proceso relacionado con el conocimiento que puede alcanzar el sujeto de sus propios procesos mentales; en segundo lugar, el hecho de poder acceder a sus propios procesos cognitivos le permite un mejor control de su actividad" (Klingler-V 1999).

La metacognición dirige la conciencia del aprendiz en cuanto a regular su propia actividad y evalúa el metaconocimiento; es decir, "implica aclarar el nivel de conocimientos que éste posee acerca del funcionamiento de su propio sistema cognitivo en tres cuestiones básicas: a) conciencia de la complejidad de los problemas con que se enfrenta y los pasos fundamentales necesarios para resolverlos; b) nivel de conocimiento sobre el grado en que va consiguiendo sus metas paso a paso, a través de la selección y utilización de estrategias, así como la eficacia de las mismas en relación con los niveles de logro implicados en la consecución de tales metas como son: facilidad, dificultad, medidas remediales, algoritmos, heurísticos, estrategias, etc., y c) autocontrol sobre la marcha de las diferentes estrategias que está aplicando con el propósito del éxito final, y de su actividad interior" (Alexander-J 1988).

Consecuentemente, el aceptar que la acción resolver problemas es un elemento vital en el aprendizaje de matemáticas agrícolas, nos obliga a buscar una idea más clara de lo que se entiende por problema, su clasificación y cómo lo incorporamos en la discusión del aula.

3.3 Definición de problema y su clasificación

La definición de problema aparece en diferentes textos y aportaciones de investigadores; considerando principalmente desde Hilbert (1900), Polya (1945), etc., hasta la época actual, igualmente la clasificación de los problemas ha sido abordada por diferentes autores con el objetivo de motivar la reflexión del estudiante y abrir el camino a la situación que desea transformar, así como proveerlo de elementos que le ayuden en su tarea de conocer mejor el problema y caracterización de la situación con el fin de seleccionar estrategias de trabajo y estimular el proceso cognitivo y de interiorización.

La bibliografía consultada al llevar a cabo el trabajo de definición y clasificación de los problemas, atiende diversos criterios como lo son: el campo disciplinar; tipo de tarea a resolver; tipo de solución; naturaleza del enunciado; modo de abordaje (observando que diferente problema se enfrenta de diferente manera); etc. A continuación se muestran algunos de estos hallazgos:

3.3.1 El problema

Aunque diferentes en su forma de plantear la definición de problema, distintos autores ilustran elementos comunes no contradictorios, como lo es el coincidir en señalar la característica de ser *una situación que presenta dificultades para las cuales no hay solución inmediata*. Se precisa entonces, de una discusión más amplia del concepto.

“El término se refiere no a ejercicios con texto, sino a situaciones verdaderamente complejas capaces de potenciar el desarrollo del pensamiento y de proporcionar modos de actuación para enfrentar los retos de la ciencia y la técnica” (Cruz 2006)

“David Hilbert (1900), en el congreso internacional de matemáticos cuyo tema único es la resolución de problemas, argumenta, en su tesis de 23 problemas científicos teórico prácticos sin resolver, que *un problema de matemáticas debe ser lo suficientemente difícil para que nos llame a reflexión, pero no suficientemente inaccesible para que se burle de nuestros esfuerzos”* (Stewart 2003).

El Colectivo del Programa de Maestría en Ciencias con Especialidad en Matemática Educativa de la UNISON, al estudiar “El Papel de los Problemas en la Enseñanza de las Matemáticas”, define: “Un problema es un estado de conflicto cognitivo que surge cuando una persona pretende dar respuesta a una pregunta que se le formula, o quiere realizar una tarea que se le propone relacionada con cierta situación, y al tratar de hacerlo se percata que no sabe bien cómo proceder” (Ávila - cols 2006).

De consenso entre las definiciones consultadas se tiene que “Un problema es una determinada situación en la cual existen nexos, relaciones, cualidades, de y entre los objetos que no son accesibles directa e inmediatamente a la persona o bien, una situación en la que hay algo oculto para el sujeto y que este se esfuerza por hallar” (Labarrere, 1996).

Triana enriquece esta idea: “**un problema es una situación o dificultad prevista o espontánea, con algunos elementos desconocidos para el estudiante, pero capaz de provocar la realización de acciones sucesivas para darle solución***”* (Mazarío 2002), la cual tomamos como definición de problema por considerar que sustancialmente abarca a las otras citadas.

La clasificación de los problemas ha sido abordada por diferentes autores con el objetivo de motivar la reflexión del estudiante y abrir el camino a la situación que desea transformar, así como proveerlo de elementos que le ayuden en su tarea de conocer mejor el problema y caracterización de la situación con el fin de seleccionar estrategias de trabajo y estimular el proceso cognitivo y de interiorización. La siguiente es una clasificación en la cual la mayoría de autores consultados coinciden.

3.3.2 El problema por resolver y el problema matemático

Al lanzar la pregunta ¿Cómo se plantea y resuelve un problema? Polya inicia la era contemporánea de discusión teórica-formal sobre búsqueda de estrategias y de resultados prácticos en la actividad de plantear y resolver problemas, destacando en el discurso del plan aspectos importante que hoy en día no pierden vigencia: “Mirar bien la incógnita y la conclusión, en el camino pensar, recordar, no perder de vista lo que se quiere lograr. Esto se adapta tanto a un problema por resolver como a un problema matemático” (Polya 1945).

- **Problema por resolver**

Agrega él mismo, “en el problema por resolver la misión es el descubrimiento, pueden ser: teóricos, prácticos, abstractos, concretos, muy serios o un simple acertijo y sus principales elementos son la incógnita, los datos y la conclusión”.

Por ejemplo: “para ilustrar la definición de un problema práctico por resolver para un Ingeniero Agrónomo, observemos la construcción de una presa en el curso de un río es un problema digno de atención; la construcción de una presa moderna obliga a preguntarnos:

¿Cuál es la incógnita*?* emplazamiento exacto, forma geométrica, dimensiones, materiales, etc.

¿Cuáles son las condiciones*?* limitantes económicos, daño a especies biológicas y ambientales, capacidades hidroeléctrica, de irrigación, de navegación, vida de los peces, mantener los paisajes más bellos, etc.

¿Cuáles son los datos*?* la multitud de datos es grande: topográficos, geológicos, meteorológicos, económicos, de cimentación y de trabajo” (Polya 1945).

- **Problema matemático**

Se refiere al enfoque de la información y estructura del problema y cómo el estudiante lo representa y resuelve, “es una situación matemática que contempla tres elementos: objetos, características de esos objetos y relaciones entre ellos” (Alonso 2001).

Esto ilustra que los datos, las incógnitas y las condiciones son elementos más complejos definidos con menor claridad en un problema por resolver que en un problema matemático.

3.3.3 Problemas abiertos y problemas cerrados

Un criterio dominante para su clasificación es la naturaleza de la solución y atendiendo a ella se tienen: “problemas abiertos y problemas cerrados. Se consideran problemas cerrados aquellos que tienen solución única; los problemas abiertos son los que tienen varias posibles soluciones” (Garret 1995).

3.3.4 Problemas científicos, cotidianos y docentes

Atendiendo a la tarea de trabajo propuesta y situación problémica, se destacan tres grandes grupos de problemas:

El Problema científico. Conlleva una metodología científica de trabajo que consiste en un modelo idealizado con las correspondientes hipótesis de origen, enmarcadas y contextualizadas.

Problema cotidiano. Propuesto con la finalidad de obtener un resultado práctico y rápido, no implica comprensión ni explicación científica. Su procedimiento resolutivo se fundamenta en la experiencia personal, similitud con otras situaciones, técnicas de tanteo, ensayo-error, etc.

Problema docente. Son situaciones con implicaciones motivacionales: el estudiante se enfrenta a la búsqueda de soluciones para dar respuesta a un planteamiento que le hace el maestro, las formulaciones, hipótesis e interrogantes, se reducen a una temática conocida, el discurso centra la atención en factores tratados con anterioridad” (Mazarío 2002).

El problema docente para algunos autores “da origen a los constructos *problema en contexto*, *problemas contextualizados*, *problemas del mundo real, problemas relacionados con el trabajo o problemas situados*, son tareas escolares que simulan situaciones de producción, enmarcadas y redactadas en un escenario de trabajo, de aplicación o de investigación conocido” (Font 2006).

3.3.5 ¿Qué es un ejercicio?

Problema y ejercicio son dos términos que encontramos frecuentemente paralelos en las discusiones de la bibliografía, debido a sus características e importancia en las prácticas y experiencias didácticas, habiendo discutido, en párrafos anteriores, las características y definición de problema, establezcamos ahora la diferenciación entre ***problema y ejercicio***, tema de gran interés desde el punto de vista didáctico, en base a las dos definiciones siguientes:

Algunos autores, precisan cuándo un ejercicio tiene carácter de problema: "Un ejercicio es un problema si y sólo si la vía de solución es desconocida para la persona" (Llivina 1999). "Para los ejercicios - contrario a lo que sucede en un verdadero problema- el alumno tiene disponibles respuestas satisfactorias para lo que ha sido ya preparado y no hay incertidumbre en su comportamiento" (Torregrosa 1999).

3.3.6 Problema de rutina o ejercicio de rutina

"Problema de rutina o Ejercicio de rutina es un problema para el cual ya tenemos la estrategia o camino resolutivo, resolver $x^2 - 3x + 2 = 0$, es un problema de rutina si alguna solución general para ecuaciones de segundo grado se ha expuesto previamente, bien empleados los problemas de rutina son muy útiles en el aprendizaje de las matemáticas, pero es imperdonable que solo problemas de rutina se planteen a los estudiantes, limitar la enseñanza de las matemáticas a la ejecución mecánica de operaciones rutinarias es llevarla incluso por debajo de un libro de cocina puesto que las recetas culinarias reservan una parte a la imaginación y al juicio del cocinero, mientras que las recetas matemáticas no permiten tal cosa" (Polya 1945).

Los problemas de rutina o ejercicios de rutina, toman forma cuando se redactan problemas en contexto con el fin de buscar una nueva definición, concepto, regla general o paradigma, o bien para fortalecer dicho constructo en la mente del estudiante.

Por ejemplo, los problemas propuestos (anexo 4) pueden muy bien, evolucionar después del trabajo de búsqueda de solución a la categoría de "problemas rutinarios bien empleados" (Polya 1945), y servir de modelo para reforzar, motivar o generar conceptos y constructos como *pendiente de un canal*, *optimización del perímetro para una área máxima*, *optimización del área para una volumen máximo (problema propuesto 22), optimización hidráulica, la derivada como una razón de cambio, la derivada como la máxima producción, la integral como un promedio de velocidades (problema resuelto 3.2.2) la integral como el área bajo la curva o sumatoria de áreas (problema propuesto 4),así como reglas simples, complejas y partes por millón que* enriquecen el contexto curricular.

3.4 Puntos de coincidencia

Desde esta perspectiva teórica, habiendo quedado clara la definición de problema, nos quedamos con las siguientes características que son elementos que identifican a los problemas, ejercicios y situaciones problémicas, con las que la cual la mayoría de autores consultados coinciden

- **Hay una persona dispuesta a resolver el problema**

La persona que se enfrenta a un problema está consciente de la existencia de una dificultad y tiene interés en resolverla, pero no cuenta con los conocimientos y experiencias que le permitan directa o inmediatamente darle solución.

- **Hay nuevos conocimientos en los problemas por resolver.**

Los problemas siempre son portadores de nuevos elementos para el que aprende. No se consideran problemas aquellos ejercicios rutinarios que se presentan en las clases de matemáticas para desarrollar algunas habilidades específicas y que en ocasiones promueven en lugar de ellas solo memorización y mecanicismo.

- **Hay una producción de conocimientos en cada problema a resolver**

La resolución de problemas es un proceso "productivo" y no meramente "reproductivo".

- **Los problemas definen situaciones de aprendizaje**

Las situaciones de aprendizaje apoyadas en la resolución de problemas definen tres elementos distintivos en la conducta del resolutor (estudiante), los cuales dan significado al constructo:

- **Motivación**

El estudiante experimenta un desafío, una contradicción que lo impulsa a buscar una solución.

- **Acomodación y asimilación**

La situación se presenta de forma tal que al inicio, no se identifican con claridad o precisión alguna de sus componentes.

- **Acciones**

Serie de acciones por el estudiante conducentes a la solución del problema.

CAPÍTULO 4 EN BUSCA DE UN MODELO PARA RESOLVER PROBLEMAS DE MATEMÁTICA AGRÍCOLA

Si he podido ver más lejos es porque
He subido a hombros de gigantes
Sir. Isaac Newton 1687
Ímaz-Moreno 2009

4.0 Presentación

El presente capítulo presenta distintos procesos para el estudio de modelos relacionados con la resolución de problemas en ciencias agropecuarias abriendo variadas perspectivas. De las seis investigaciones básicas que comentamos, las dos últimas son tomadas como base primaria de nuestra propuesta de trabajo. El último plan, que llamamos Modelo Polya-Mazarío, es considerado un modelo enriquecido y sirve como la propuesta de estrategia didáctica para nuestro trabajo.

En la parte última del apartado se abren las cinco fases o espacios del modelo exponiendo distintas acciones que las constituyen, para ofrecer una forma segura de seguir el proceso de resolución de un problema.

4.1 Competencia profesional en Agronomía

Partimos de la aceptación de que la resolución de problemas en la enseñanza del cálculo en Agronomía, tiene como principal objetivo lograr en los alumnos: habilidades en idear estrategias de razonamiento, organizar procedimientos, efectuar análisis crítico de resultados, adquirir criterios de evaluación, estimación de situaciones contextuales y el desarrollo de competencias profesionales.

La sociedad actual demanda del programa de I.A.DAG-UNISON, agrónomos capaces de desarrollarse exitosamente en las esferas de la producción, el comercio y la investigación agrícola, donde la competencia resolver problemas de Matemáticas Aplicadas a su contexto es indispensable.

Al estar los elementos del problema en estrecha relación con el círculo de ideas, conocimientos y experiencias del alumno dentro del nivel de enseñanza que cursa, se considera que el cultivo fructífero de esta habilidad o competencia, deberá materializarse en determinadas acciones que permitan acceder a las vías necesarias para resolver exitosamente una situación problémica propuesta.

Al respecto “la resolución de problemas es generadora de un proceso a través del cual, quien aprende combina elementos del conocimiento, reglas, técnicas, destrezas y conceptos previamente adquiridos para dar solución a una situación nueva” (Orton 1996).

También se considera que “la resolución de problemas es una habilidad matemática, resolver es encontrar un método o un camino que conduzca a la solución del problema” (Delgado, 1998).

Según Llivina (1999), “la resolución de problemas matemáticos es una capacidad específica que se desarrolla a través del proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática y que se configura en la personalidad del individuo al sistematizar, con determinada calidad y haciendo uso de la metacognición, acciones y conocimientos que participan en la resolución de estos problemas”.

La *existencia de dificultades al intentar resolver un problema*, agrega un elemento de análisis más para identificar la zona de desarrollo próximo; “no es una característica intrínseca de la situación pues depende también de los conocimientos, y experiencias individuales; en este sentido, Elshout desarrolla la idea de la existencia de un “*umbral de problematicidad* diferente para cada persona y por encima del cual se asegura que una situación constituye un verdadero problema para la persona implicada” (Gilet 1992).

En la construcción de programas académicos “existen básicamente cuatro razones para integrar los problemas contextualizados en el currículum: a) facilitan el aprendizaje de las matemáticas, b) desarrollan las competencias de los ciudadanos, c) desarrollan las competencias y actitudes generales asociadas a la resolución de problemas y d) permiten a los estudiantes ver la utilidad de las matemáticas para resolver tanto situaciones teóricas y conceptuales con otras áreas así como situaciones de la vida cotidiana” (Font 2006).

Con estos motivos damos paso a un apartado especial para señalar brevemente los modelos encontrados que orientan nuestro trabajo.

4.2 Caracterización de modelo y proceso resolutivo.

"Un modelo es una construcción, que puede originarse de una manera muy intuitiva, una estructura que podemos utilizar como referencia, con el fin de armar una estrategia resolutiva" (Stewart 1998)

En los últimos años se ha incrementado el estudio de modelos relacionados con la resolución de problemas en ciencias agropecuarias, abriendo variadas perspectivas en esta línea de investigación. De las seis investigaciones básicas que comentamos en seguida, las dos últimas son tomadas como base primaria de nuestra propuesta de trabajo y en esta sección discutimos el último, que llamamos Modelo Polya-Mazarío, como el plan adecuado para nuestra propuesta didáctica.

4.3 Procesos de Expertos e Iniciados

Se ocupan de contrastar los mecanismos que son propuestos por aquellos resolutores (ejecutantes) con mejores desempeños contra los incorporados por aquellos con peores desempeños, describen la conducta de expertos e iniciados en la solución de problemas.

4.4 Modelos Algorítmicos

Describen los procesos formulados para aumentar la efectividad en la resolución de problemas mediante la prescripción exacta del orden determinado en que han de ejecutarse un sistema de operaciones para resolver el problema.

4.5 Modelo de Creatividad

Consideran la creatividad como elemento fundamental en el proceso de solución, donde las acciones van encaminadas a cambiar la forma del problema y complexidad del problema, buscar mas datos, buscar estrategias alternativas, preguntar, sondear, sugerir, aclarar examinar todo con el fin de modelar y remodelar un camino o el camino mas seguro a la solución (Porcar 2008).

4.6 Modelo de Personalidad

En esta estrategia, “puede conseguirse avances en el proceso de resolución a través de un cambio conceptual, metodológico y actitudinal” (Mazarío 2002).

4.7 Modelo Polya

La propuesta del modelo teórico de resolución de problemas “Cómo plantear y Resolver Problemas” (Polya 1945) resumida en la figura 3, consta de cuatro fases: Comprender el problema. Concebir un plan. Ejecución del plan y Examinar la solución obtenida.

I Analizar el problema. Aceptar y comprender las condiciones del problema

II Planificar su solución. Generar estrategias de trabajo

III Llevar a cabo el plan construido. Ejecutar , desarrollar la estrategia seleccionada.

IV Examinar la solución, comprobar y verificar resultados, logros y dificultades de la ejecución

Figura 3.- El Modelo Polya. Cómo plantear y resolver problemas.

El modelo, es sustancialmente práctico y expresa etapas teóricas que a pesar de analizarse independientemente unas de otras, en su ejecución no siempre se presentan separadas, donde los pormenores del proceso dependen de las características del problema.

“Polya nos indica una doble coincidencia estructural incorporada en el método científico para resolver problemas, por un lado hace coincidir los distintos modelos de resolución de problemas, y por otro rescata las consideraciones básicas comunes a todos los problemas” (Mazarío 2002).

Para los críticos y el mismo Polya, el esquema publicado, atiende a la necesidad de un estudio teórico científico escolar y de divulgación del método, pues aun cuando sus acciones metodológicas parecen rígidas sometidas a un diseño obligado, son generadas como lluvia de ideas y siempre el orden de su aparición es dado por particularidades del contexto y la estructura del problema, donde “la heurística es el hilo conductor del razonamiento y la estrategia” (Polya 1964).

Así, “la enseñanza de la Matemática con fundamento en las ideas de Polya empezaron a implantarse significativamente alrededor de los ochenta, las estrategias heurísticas como son dibujar diagramas, buscar submetas, considerar casos particulares, practicar problemas rutinarios y resolver problemas más simples, se tornaron a partir de entonces, parte esencial en la instrucción matemática” (Trigo 1994).

4.8 Modelo Polya-Mazarío para resolver problemas de Matemáticas Agrícolas

La ampliación del modelo de Polya por Mazarío tiene su fundamento en la propuesta “La Resolución de Problemas en Matemática I y II de la Carrera de Agronomía” (Mazarío, 2002) siguiendo líneas metodológicas y acción propuestas en Cómo Plantear y Resolver Problemas (Polya 1945), Métodos Heurísticos de la Ciencia (Polya 1964), Pensamiento y lenguaje (Vygotsky 1934) entre otros representantes del Marco Histórico Social en que se inscribe su investigación.

La extensión del plan Polya, de cuatro a cinco fases por Mazarío, permite, fomenta y estimula el estudio de las acciones en el procesos de resolver problemas ofreciendo a estudiante y maestro un espacio de interactuación agradable y efectivo para implementar el proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas en un contexto como lo es la ciencia agrícola.

La aportación de este grupo de investigadores latinos se presenta al sumar la fase *“Valorar las consecuencias de la aplicación de la estrategia que se considera más adecuada*” formulada especialmente para la propuesta citada del maestro Mazarío, figura 4, lo cual permite promover explícitamente lo que años atrás fue solo una sugerencia: “Antes del asalto definitivo, debe estudiarse el camino y tomar el rumbo más económico, buscar la ruta más corta, cambiar la estrategia si es necesario, no dejar de mirar las condiciones y la posible solución del problema” (Polya 1964).

En este camino observamos que las fases del modelo concretizan habilidades de competencia para resolver problemas de matemáticas aplicadas: 1 Analizar el problema, 2

Generar estrategias de trabajo, 3 Valorar las consecuencias de la aplicación de la estrategia que se considera más adecuada, 4 Ejecutar o desarrollar la estrategia seleccionada, 5 Examinar logros, dificultades y verificar resultados de la ejecución.

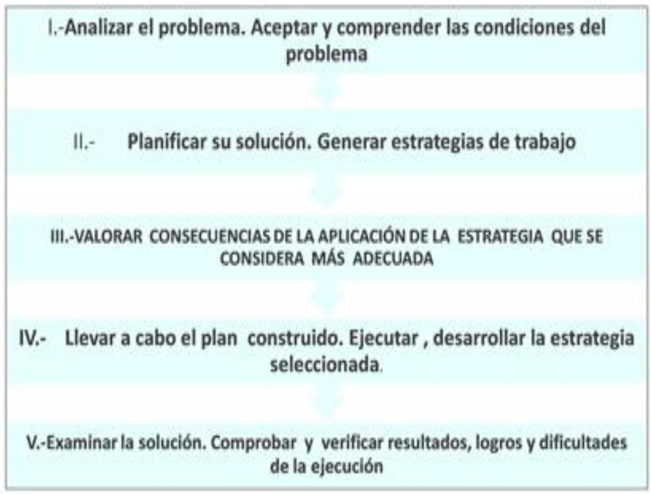


Figura 4.- Estructura de la competencia Resolución de Problemas de Matemáticas.

Este sistema de acciones, estructura la habilidad resolver problemas de Matemáticas, promueve la conciencia, interiorización y ejecución del mejor plan, mejorando también la reflexión sobre la vía que conduce a la solución del problema y los medios requeridos para acceder al posible resultado.

Al iniciar esta propuesta desde los primeros semestres del plan académico para I.A., se promueve una actividad crítica cognoscitiva y el desarrollo del pensamiento reflexivo del estudiante, en un ambiente de aprendizaje activo, creador y transformador de la propia personalidad, fortaleciendo su autoestima en su condición de sujeto de aprendizaje abona también al cumplimiento de los objetivos y competencias que para el plan de estudios y visión institucional de la carrera se propone en el Plan 2004-2 de Desarrollo Institucional: "El Ingeniero Agrónomo debe solucionar diversos problemas que se generan en el campo agrícola y ganadero del entorno y la Universidad es socialmente responsable de formar al profesional consciente y humano que trabajará con este propósito" (Dag-unison, c).

Considerando que en el contexto de agronomía, ***problemas agrícolas*** son todos aquellos a los que el estudiante se enfrenta, a lo largo de su carrera, tanto en situaciones de aprendizaje como de evaluación, problemas propuestos oralmente en el aula, problemas de lápiz y papel enunciados en guías de tareas, problemas experimentales abordados en las clases de laboratorio, pequeñas investigaciones desarrolladas como trabajos especiales en campo, rancho, pastizales, etc. Y problemas de matemáticas agrícolas, todos aquellos de la categoría anterior donde confluyan para su solución elementos, definiciones, constructos y procedimientos de matemáticas básicas incluidas en el currículo del IA.

Dicho lo anterior podemos abrir el estudio de las acciones del modelo para resolver problemas de Matemáticas Agrícolas.

4.8.1 Analizar el problema

Esta acción se manifiesta desde el momento en que el estudiante enfrenta el problema y trata de descomponerlo en sus partes integrantes con el objetivo de identificar los datos que aporta el enunciado, las relaciones establecidas entre los diferentes componentes de la situación planteada y, simultáneamente, determinar las interrogantes que debe responder.

Interpretando a M. Cruz (2006) en su cita de los Diálogos de Platón: "Para Sócrates, resolver un problema era cuestión de ´recordar´, expresa el discípulo Platón, realizar una serie de preguntas capciosas y hacer correcciones muy sutiles, de esta manera yo no enseño nada de todo esto, dice Sócrates, no hago más que interrogar para que imagines la solución" (Cruz, 2006).

Indagar, buscar, interrogar en los datos y condiciones del problema es una actividad analítica que se complementa con otra de síntesis logrando la restructuración consciente de la situación. "el individuo estructura situaciones por sí mismo, va más allá de la información que le brinda el medio organizándola e integrándola con sus necesidades e intereses" (Heller 1998).

Cuando al estudiante se le presentan problemas a resolver, el lenguaje es utilizado como un medio para transmitir las instrucciones; esta información es dada en forma verbal o escrita y es usual combinarla o reforzarla con la incorporación del recurso visual (gráfica, tablas, diagramas, etc.), como parte del problema. "La comprensión del problema es la primera condición, necesaria pero no suficiente, para resolver problemas" (Sánchez 1995) y la forma en que un problema se describe inicialmente es vital para determinar si la resolución del mismo será fácil o difícil.

4.8.2 Generar estrategias de trabajo

"Esta acción consiste en plantearnos una visión general del procedimiento resolutivo, una estrategia directriz para evitar proceder de modo prematuro sin disponer de un plan" (Polya, 1964). Esta parte del proceso se refiere a la lógica utilizada para construir unos conocimientos a partir de otros. Esencialmente son formas de razonamiento y acciones que se expresan en dos movimiento, parafraseando los aforismos 105 y 106 de F. Bacon (1620): "uno de ellos, parte del estudio de casos particulares para llegar a determinadas generalizaciones (inducción), y el otro se expresa en acciones mediante las cuales se pasa de un conocimiento general al conocimiento de casos particulares (deducción)" (Bacon 1620).

La inducción agrega la convicción de que los hechos o fenómenos que ocurran en el futuro serán iguales o semejantes a los que ya hemos observado "F. Bacon (1620), en Novum Organum, fundamenta el razonamiento inductivo que hace pasar de los hechos particulares a los axiomas más generales" (Ospina 2000).

La producción del razonamiento metodológico inductivo-deductivo para generar estrategias de trabajo "es promovido en el estudiante por una acción mental de tres niveles: *primer nivel*, caracterizado por el trabajo con datos presentes en el problema y de escasa carga conceptual, prescindiendo de cualquier proceso inferencial, para su activación o asimilación; *intermedio,* donde el estudiante opera con datos ausentes de cierta complejidad conceptual los organiza y analiza mediante razonamientos lógicos y el *tercer nivel*, integra la información en conceptos, principios y estrategias generales que van más allá del problema concreto abordado, expresando la conciencia de que el proceso de resolución requiere siempre de un conjunto de pasos, que deben precisarse, antes de lanzarse a su solución" (Mazarío 2002).

Definido en términos de habilidades para resolver problemas, el pensamiento inductivo señala la aptitud para descubrir leyes y principios en los que a partir de unos datos o situación particular se propone el paradigma general como estrategia; inversamente el pensamiento deductivo indica la aptitud para llegar a conclusiones procediendo de lo universal a lo particular, usando una teoría que nos revela la naturaleza del fenómeno cotidiano.

4.8.3 Valorar la estrategia que se considera más adecuada

“La acción de pronosticar sobre las consecuencias de una forma específica de proceder para resolver un problema y posteriormente observar su cumplimiento, es también una acción mental” (Mazarío 2002).

Valorar las consecuencias, es promover pensar antes de actuar, predecir cómo será la acción o ejecución, lo cual acostumbra al estudiante a realizar “prácticas cognitivas previas”, cada vez con mayor eficacia. La selección de “la mejor opción” se interpreta en términos de resultados, conduce al estudiante de modo más ventajoso a la solución de un problema y, adelantándose a los acontecimientos, planifica las acciones adecuadas. Sin la comprensión previa, la práctica carece de sentido; complementariamente, construir sobre lo que se conoce es algo atractivo.

Al ***valorar las estrategias***, el discurso práctico que toma el cuerpo de las acciones del plan, “ofrece un respiro en el camino, evitando con ello, pérdida de tiempo y desmoralización en el empeño resolutivo,…, pensar bien antes del asalto final” (Polya 1945; 1964). Este paso es considerado como “agregar un momento de reflexión intermedia en los pasos del modelo, elaborar más de una estrategia y tomar la mejor” (Mazarío 2002).

Valorar las estrategias constituye el momento teórico para estimar, visualizar y considerar los caminos resolutivos propuestos, pues se acopla en el plan después de comprender el problema y pensar uno o varios rumbos para alcanzar la posible solución. Esta fase del proceso “reitera el señalamiento útil de pensar antes de actuar, frente a la tendencia común del principiante que, va al asalto de la fortaleza inmediatamente, olvidando que estos procesos van cargados de transferencia de conocimientos, de elementos que posibilitan evaluar conocimiento, como pequeñas investigaciones útiles y sustanciosas a desarrollar” (Polya, 1964).

La acción de “Clasificar y jerarquizar, habitúa al estudiante a realizar una práctica cognitiva previa. Identificar este momento de la estrategia resolutiva ofrece un mejor conocimiento del problema y su solución; hace conciencia de estar frente a complejos procesos intelectuales y operativos semejantes a los que se siguen en una investigación científica” (Mazarío 2002).

4.8.4 Ejecutar o desarrollar la estrategia seleccionada

Una vez planificadas las acciones a realizar para solucionar el problema y valoradas sus posibles consecuencias, el paso siguiente consiste en la ejecución del plan, pues ninguna idea, planteamiento o estrategia será definitivamente válida si el sujeto no es capaz de llevarla a la práctica. Consiste en aplicación sistemática de las operaciones y los medios de trabajo previstos para solucionar el problema.

Es “la práctica de conocimientos previos de una disciplina o de diversos campos del conocimiento, en nuestro caso conocimientos pretéritos y preuniversitarios o los ya institucionalizados en el curso, con un dominio eficiente de modelos, estrategias y procedimientos de resolución acordados, que permiten realizar acciones progresivas que conducen a la solución del problema” (Mazarío 2002).

Al desarrollar una estrategia, el estudiante “No hace una simple reproducción de la vía concebida, sino un verdadero proceso, donde la inmensa mayoría de las veces asimila nuevos conocimientos acerca del problema, puede llegar incluso a modificar el plan concebido, ajustarlo a nuevas condiciones y datos que él mismo va descubriendo” (Labarrere 1988).

4.8.5 Verificación de la solución, logros y dificultades

Es necesario revisar todo el proceso de resolución si se quiere que el problema deje una huella perdurable en el aprendizaje del estudiante, “para que esta actividad dicente sea una actividad cognitiva de aprendizaje significativo” (Ausubel 1991,1981), se debe certificar si la respuesta encontrada tiene sentido, coherencia, veracidad, aceptación y es no contradictoria, etc.

Evaluar los logros y dificultades durante la ejecución es analizar si la estrategia seguida es susceptible a transformaciones, si es posible aplicarla en situaciones análogas, destacar sus pasos esenciales, etc., ir valorando los aciertos y deficiencias a través de todo el proceso de resolución del problema matemático de manera de realizar los ajustes necesarios que posibiliten la correcta solución.

Una de las recomendaciones más importantes que la didáctica de resolución de problemas está proponiendo en los últimos años es la de “favorecer el meta aprendizaje, es decir, “promover la reflexión de los estudiantes sobre su propio proceso de aprender” (Rodríguez 1999).

"Klingler y Vadillo (1999), reconocen que la metacognición tiene su antecedente en la escuela del Enfoque Histórico Cultural de Vygotsky y concluyen que la actividad de metacognición del estudiante resolutor, al desarrollar esta última acción de comprobación y verificación, expresa en primer término el conocimiento de sus propios procesos mentales y seguidamente, el acceso a sus propios procesos cognitivos le permite un mejor control de su actividad" (Mazarío 2002).

En conclusión: la actividad de metacognición del estudiante se expresa en dos vertientes: por un lado está el *control externo*, conciencia de la complejidad de problemas y conocimiento de las estrategias que le da dominio sobre las variables externas con que se enfrenta en el estudio, así como los pasos fundamentales necesarios a desarrollar y, por otro lado, un *autocontrol interno*, alusivo a las variables personales que se expresan en la buena marcha de las diferentes estrategias que está aplicando con el propósito del éxito final. Estas dos vivencias de control son su trabajo metacognitivo, dirige la conciencia y regula su propia actividad.

CAPITULO 5 IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO

No hago más que interrogar
Para imaginar la solución
Sócrates 400 A.C
Cruz 2006

5.0 Presentación

Tal como ocurre en otras ciencias que para incorporar sus procedimientos y métodos de investigación y trabajo los somete a la observación y experimentación, el presente capítulo da fe de la puesta en marcha del modelo Polya-Mazarío, estructura de cinco faces para desarrollar la competencia resolver problemas de matemáticas agrícolas.

Para expresar la puesta en marcha del plan Polya-Mazarío, se reconstruye parte de los trabajos realizados por el maestro facilitador y estudiantes avanzados en el curso normal de Introducción al Cálculo Diferencial e Integral y Elementos de Cálculo Integral y Álgebra Lineal, en el aula o fuera de ella.

Presentamos igualmente parte del producto de un taller de razonamiento plausible dirigido por estudiantes avanzados con sus compañeros de clase, llevado a cabo en diferentes locaciones, en el aula, en el laboratorio de matemática agrícolas y al aire libre en instalaciones del campo experimental del DAG-UNISON.

5.1 Problemas resueltos

Esta sección de problemas resueltos busca, en cuanto a metodología, no imponer las acciones del proceso sino promover el descubrimiento de estrategias de solución. Paralelamente lleva la misión inmediata de presentar conceptos básicos tanto de Cálculo como de Álgebra Lineal.

5.1.1 Problema resuelto número uno

REGAR CON CANALES ABIERTOS UTILIZANDO LA GRAVEDAD Y LA DIFERENCIA DE PRESIONES

Taller dirigido por el maestro facilitador, resolviendo en el aula un problema recogido “in situ” durante un recorrido por las instalaciones del Campo Experimental del DAG, en el tiempo de laboratorio de matemáticas agrícolas para estudiantes del curso de Elementos de Cálculo Integral y Algebra Lineal.

- **Acción uno: Analizar el problema**

El interés de estudiar la presente situación problémica contextualizada en sistemas de riego e hidráulica es mostrar prácticamente el uso del Tubo de Pitot, “sonda con apertura en el extremo situado contra corriente para calcular presión y velocidad instantáneas y presión de estancamiento” (Ruiz 2011), para conocer el perfil de velocidades, con el objeto de medir el gasto del canal utilizando la velocidad promedio seccional del fluido en el punto de observación.

En la visita al campo experimental se observa el canal abierto de área transversal trapezoidal, con 1.50m en el espejo del agua, el tirante (profundidad del canal) de 0.5m y el fondo con 0.45m, la turbulencia despreciable y fluyendo a una velocidad constante en el tramo observado, figura 6. Construir, el perfil de velocidades en un plano bidimensional para este fluido hidráulico.

Habiendo resuelto las preguntas obligadas que faltaran de aclarar de la clase anterior sobre Canales abiertos, componentes, geometría transversal así como el perfil de velocidades para un fluido de flujo laminar, como el presente canal donde el movimiento de las partículas del fluido hidráulico se produce siguiendo trayectorias de velocidades laminares.

Ya en el campo, Manuel y Nacey observan cómo la multitud de sus compañeros se arremolina donde el Maestro indica que medirán la velocidad de la corriente del agua en aquel canal trapezoidal conocido, campeón de los canales abiertos, será difícil –comentaban- que el maestro obtenga de ese chorro de agua los elementos discutidos hace rato: el gasto, velocidades, presiones de entrada y salida al tramo de observación, coeficientes de viscosidad, de rugosidad y aún más las relaciones constitutivas y por si fuera poco fíjate, este canal puede tener un poco más que el 0.017 promedio de las pendientes de nuestros canales del campo experimental.

- **Acción dos:Generar estrategias de trabajo**

Primera estrategia

"Esperemos ver ahora sí (murmuraron retadoramente), cómo construye el perfil de velocidades y si usará las derivadas o integrales explicadas en el pizarrón del aula".

Segunda estrategia

Otros dijeron: "para resolver el problema observemos el desplazamiento de un objeto sobre la superficie del agua en un tiempo y distancia considerable, así obtendremos velocidades".

Figura 5.- Canal sin turbulencia.

Tercera estrategia.

Algunos propusieron el viejo instrumento tipo avión sumergible que "el canalero" de su pueblo usaba para medir el gasto del canal de riego, con un sistema de vibraciones.

Cuarta estrategia.

El maestro opinaba diferente: Propuso el método más moderno que teníamos al alcance de la mano: el tubo de Pitot, la figura 6 muestra un visor moderno del tubo de Pitot también usado en aeronáutica.

Tubo de Pitot, inventado por el ingeniero francés Henri Pitot (1803-1858), sirve para calcular la presión total, también llamada *presión de estancamiento*, *presión remanente* o *presión de remanso* (suma de la presión estática y de la presión dinámica). Fue modificado en el SXIX por Henry Darcy para medir la velocidad del viento en aeronáutica y de gases en aplicaciones industriales. En nuestro caso mide la velocidad puntual de la corriente de flujo de un canal y no la velocidad media del agua. (Ruiz, 2011)

Figura 6.- Tubo de Pitot.

- **Acción tres: Valorar la estrategia que se considera más adecuada**

Después de la explicación del maestro y de la pregunta ¿Cuál de los cuatro caminos será el mejor? se escucha un rumor de aprobación: "el más moderno propuesto por el maestro, seguramente será el más exacto, rápido y confiable".

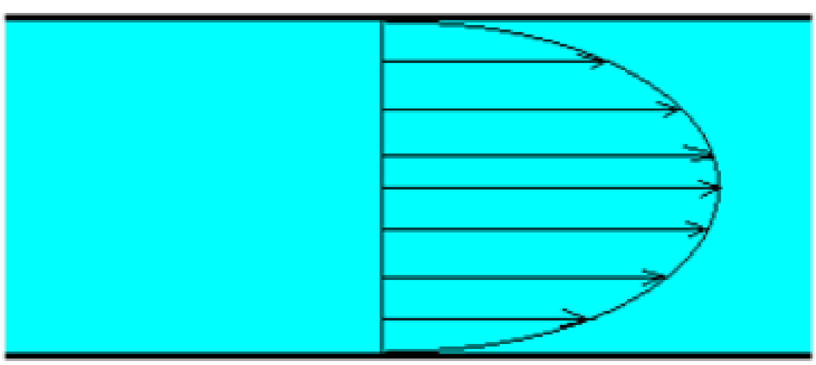
- **Acción cuatro: Ejecutar o desarrollar la estrategia seleccionada**

En esas especulaciones estaban nuestros amigos cuando, el profesor coloca en el lugar más visible una laptop e instalando un dispositivo comenta: este es el Tubo de Pitot (CONAGUA 2011), en esta ocasión lo usaremos por ser lo más rápido y exacto de los instrumentos que hay disponibles.

1. **Perfil horizontal de velocidades**.

Con el objetivo de identificar el perfil horizontal de velocidades. Para iniciar se sumerge el visor del tubo de Pitot, lentamente en aquellas aguas de corriente mansa, tranquila y de turbulencia despreciable, figura 6; entonces el maestro solicita a todos leer en la pantalla de la computadora portátil dos de las columnas producidas por la activación del instrumento medidor, una que indicaba la posición del detector de velocidad y otra la magnitud y unidades de la velocidad correspondiente. Después de ello, cada quien dibujaría en su cuaderno el perfil sugerido por la tabla construida.

El siguiente esquema vectorial, tabla 2 y figura 7, nos sirve para modelar una vista aérea del perfil de velocidades a través del espejo del agua, misterio que es revelado por el tubo de Pitot.



.

Figura 7.- Perfil de velocidades laminares. Saldarriaga (2001).

Visto el canal desde arriba, a través del espejo del agua, la curva está debajo de esta y siguiendo su horizontalidad, el perfil de velocidades es perfectamente simétrico, como puede observarse en la figura 7.

Tabla 2.- Velocidades Hidráulicas medidas con Tubo de Pitot en canales abiertos (DAG-UNISON 2012).

Velocidades hidráulicas medidas con Tubo de Pitot en canales abiertos (Dag-unison, 2012).

velocidades en c/s

Primera lectura. Muestra un número de velocidades medias de láminas del fluido tomadas con el Tubo de Pitot, colocado sobre la línea recta cortante transversal al movimiento del fluido a 7.5 cm del espejo del agua. Gráfica esbozada en la figura 8, parábola perfecta.

Promedio de las velocidades.
$Vm = 15.91$ $Cm*seg^{-1}$

Distancia En cm al costado mojado	velocidad $Cm*seg^{-1}$
0	0.00
5	0.95
10	3.87
15	5.84
20	10.05
25	15.95
30	19.79
35	20.22
40	21.01
45	21.87
50	22.01
55	22.07
60	22.10
65	22.55
70	23.01
75 centro del canal.	23.30

Observándose en el perfil de velocidades, tabla 2 y figura 7, dos velocidades mínimas igual a cero en los costados en la pared mojada del canal, una máxima por el centro y algunas de las intermedias entre la central máxima y las laterales nulas.

2. **Perfil vertical de velocidades**.

El Segundo perfil de velocidades, llevado por el tubo de Pitot directamente a la tabla 4, dibuja la gráfica de la figura 9. En la gráfica son usados vectores de magnitud proporcional a la velocidad en el punto terminal de la flecha, dibujándose un paraboloide sesgado hacia la superficie. La figura mantiene la visual lateral desde una pared mojada del canal.

Los datos, tabla y parábola fueron generados en estas segundas mediciones a partir de las números arrojados por la lectura en la pantalla recogidos por el tubo de Pitot, dos columnas que dicen de su camino vertical hacia el fondo del visor siguiendo una línea que viaja perpendicularmente por el centro del canal hacia el fondo.

Tabla 3.- Aforo de canales abiertos (DAG-UNISON 2011).

Aforo de canales abiertos (Dag-unison, 2011).

Segunda lectura Tubo de Pitot.
El visor viaja en línea recta hacia abajo perpendicular al fondo y por el centro del canal, recorriendo los 50 cm del tirante.

Vista lateral desde una pared mojada, Vm (general) = 19.14363 cm/s

Profundidades de cada lámina y su velocidad media

Profundidad en cm		velocidad cm/s
0 a 5		20.35
5 a 10		21.66
10 a 15		23.87
15 a 20		25.84
20 a 25		26.05
25 a 30		25.95
30 a 35		24.76
35 a 40		20.22
40 a 45		14.01
45 a 49		7.87
49 a 50	fondo	0.00

La figura 9 que dibuja el perfil de velocidades del flujo laminar (Fernández, 2012), observado en esta ocasión desde una de las paredes mojadas, en un plano perpendicular al fondo exactamente por la sección media a 75 cm de los bordos del canal según los datos proporcionados (Dag-unison, b) por las notas del Laboratorio de Hidráulica del DAG-UNISON, entonces “la representación parabólica se observa sesgada hacia la superficie del canal” (Calles, 2006).

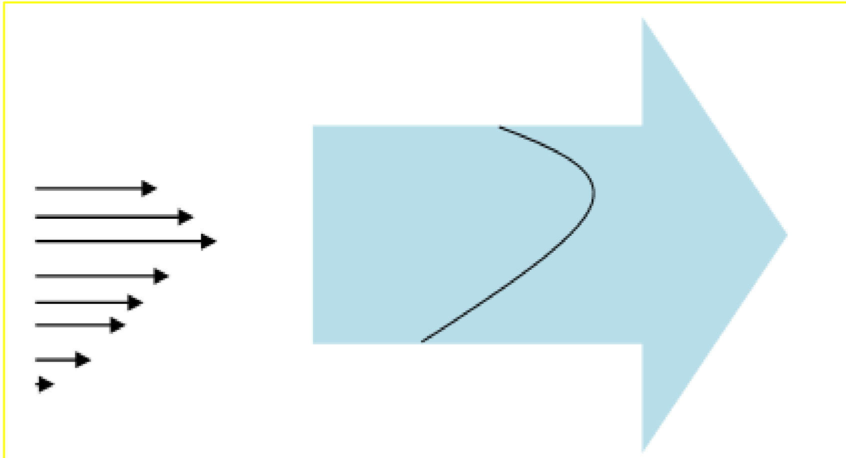


Figura 8.- Perfil de velocidades canal abierto vista lateral (desde un costado mojado). Observaciones usando Tubo de Pitot (Calles , 2006)

La vista lateral de la figura 8, expresa una figura totalmente distinta a la parábola perfecta trazada en la vista superior aérea anterior del perfil de velocidades que llamamos horizontal, apreciado en la figura 7, siguiendo un camino paralelo a la horizontalidad del espejo del agua. Puesto que en la superficie la velocidad es mayor que en el fondo, pero menor que algunas de sus láminas inferiores, la curva resultante se observa como una parábola sesgada hacia el espejo del agua.

La velocidad máxima, $26.05\frac{cm}{s}$, se encuentra representada, por el vector que se dibuja no en el centro de la parábola, sino más hacia la superficie del canal.

- **Acción cinco: Verificación de la solución, logros y dificultades**

Ejecutada la estrategia: uso del Tubo de Pitot, lectura de columnas y trazo de los vectores velocidad que representan ambos ángulo: aéreo y lateral, para comprobar que la solución es correcta, en primer lugar, revisar con profundidad lo que se ha hecho volviendo los pasos del ejercicio resolutivo, y en este caso se observa el área transversal y una velocidad media representativa tomando ambos perfiles, se calcula el flujo de este canal y se deja de tarea contrastar con la velocidad media en el flujo de un canal conocido.

5.1.2 Problema resuelto número dos

DIFERENCIALES E INTEGRALES EN RIEGO CON TUBERÍA. PARA CANALES CERRADOS LLAMADOS TUBOS (Saldarriaga, 2007)

- **Problema y escenario**

Este estudio sobre canales cerrados se lleva acabo en el aula y fuera de ella en la práctica de Laboratorio de Matemáticas Agrícolas, donde comparten la conducción estudiantes expertos de promedios altos y maestro facilitador.

La situación de estudio y el problema, fueron redactados a solicitud hecha por estudiantes de Hidráulica y Sistemas de Riego al grupo de estudiantes avanzados de Elementos de Cálculo Integral y Álgebra Lineal.

En la visita anterior al campo agrícola experimental, se observa que el canal abierto del problema número uno se transforma en un tubo de conducción del fluido, los expertos aceptaron como datos generales variables que intervienen es el área transversal de un círculo de radio “R”, la longitud del tramo cilíndrico en observación "L", además dos datos informativos importantes más: La presión ejercida por el fluido al momento de entrar al tramo cilíndrico en observación "P_1" y con una presión de resistencia al movimiento del fluido en el tramo de observación "P_2", con dos importantes consideraciones más: la turbulencia es despreciable y las velocidades de los círculos axiales en que se desplaza el líquido son constantes en el tramo observado. La tarea para todo el grupo será: Dibujar en un plano bidimensional, el perfil de velocidades de este fluido hidráulico, en a) vista longitudinal y b) vista transversal.

- **Acción uno: Comprender el problema**

Ya en el aula, habiendo resuelto las preguntas obligadas que faltaran de aclarar de la clase anterior en el aula sobre canales abiertos y sus componentes, clasificación de canales según su geometría transversal y qué es un canal trapezoidal así como perfiles de velocidades distintos y mostrar el video “el Tubo de Pitot”, la discusión se desarrolló dela siguiente manera:

Manuel y Nacey opinan: “según las condiciones del problema, es claro que el perfil de velocidades es laminar, es flujo laminar de un fluido laminar con velocidades llamadas laminares, lo cual indica que se traslada en círculos concéntricos (axiales) de velocidades constante, son capas de longitud laminar diferencial, muy pequeña”.

El maestro: A la información y sugerencias anteriores, sumemos una lectura importante más que viene entre líneas, este movimiento hidráulico se puede considerar en todo el tiempo de observación como un fluido viscoso newtoniano o liquido fluido newtoniano con viscosidad constante.

- **Acción dos: Construir una estrategia resolutiva**

Unos estudiantes observaban la entrada del líquido al tubo mientras que otros estaban atentos a la salida y todos sentían el impulso de proponer el Tubo de Pitot en ambos lados aunque la leve turbulencia de esos extremos impidiera las lecturas, pero ahora estudiantes expertos opinaron diferente.

Manuel y Nacey: Como en dinámica de fluidos, en hidráulica existen situaciones problemas donde las diferenciales e integrales encuentran su aplicación; tal es el caso de calcular un perfil de velocidades laminares en un canal cerrado cilíndrico o tubería hidráulica. En este contexto y en estas condiciones que tenemos una muy buena oportunidad para aplicar lo que llamamos Derivadas e Integrales, herramientas de alto poder de impacto en Matemáticas Agrícolas.

- **Acción Tres: Valorar la mejor estrategia**

Habiendo convencido a sus amigos de llevar a cabo la estrategia de trabajo que ellos llamaron derivadas e integrales de alto poder de impacto en Matemáticas Agrícolas.

Manuel observa: la turbulencia la consideramos despreciable, pero a diferencia del plan anterior, se construirán las dos columnas de datos informativos del movimiento laminar a partir de la aplicación de diferenciales e integrales, y no con la tecnología del Tubo de Pitot, aprovechando, como dijo el maestro de Hidráulica, "las propiedades del movimiento y transporte de un fluido viscoso newtoniano" (Resnick 1960).

- **Acción Cuatro: Desarrollar la estrategia seleccionada**

En cada mesa de trabajo el relator escribía: presentación de datos, dimensiones y consideraciones de los conceptos y el tipo de movimiento.

Presión de entrada ejercida por el fluido $= P_1$

Presión ejercida contra el movimiento del fluido, presión de oposición$= P_2$

Fuerza de la presión de inicio $= P_1 \pi \mathrm{rr}^2$,

Fuerza de oposición al fluido$= P_2 \pi \mathrm{rr}^2$

$R = radio\ del\ tubo.$

$r=$ radio distancia del centro al punto donde se desea medir la velocidad, a la lámina cuyo grosor es de un diferencial "dr".

$dr=$ grosor de la circunferencia hidráulica es decir grosor del bordo del círculo de radio r.

$V=$ velocidad de la lámina hidráulica de grosor "dr".

Y todos rescataron de las notas del profesor, escritas en el pizarrón, la figura 9, el movimiento de un flujo laminar en una tubería cilíndrica en un tramo de longitud L, observado longitudinalmente, donde los radios $r\ y\ r+dr$, identifican una lámina de grosor diferencial $dr=r+dr-r$.

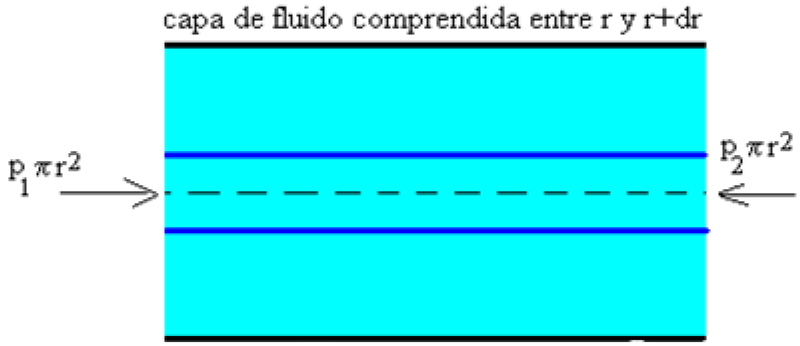


Figura 9.- Corte longitudinal del tubo del experimento.

Donde $V_1=P_1a_1, V_2=P_2a_2, a=\pi r^2$

El movimiento en el tubo es debido a la fuerza resultante F, originada por la diferencia de presiones P_1 y P_2 que se puede expresar como $\boldsymbol{F = (P_1 - P_2)\pi r^2}$

Con un Esfuerzo-deformación $e \equiv \frac{F}{A_L} \alpha \frac{dV}{dr}$ relación llamada "constitutiva para fluidos newtonianos" expresada propiamente como un gradiente de velocidades en términos de diferenciales, la cual significa que el esfuerzo-deformación, la fuerza por unidad de área que hay que aplicar para que la forma adquirida por el fluido se conserve, (Resnick 1978) es directamente proporcional al gradiente de velocidades, o bien

$e \equiv \frac{F}{A_L} = \mu \frac{dV}{dr}$ Donde

La constante de proporcionalidad μ es la viscosidad del fluido.

A_L es el área lateral del cilindro a lo largo del tramo de longitud L, y

dV es un diferencial de la velocidad que buscamos.

Nacey, opina: de la igualdad anterior podemos hacer despejes elementales como los siguientes

$$\frac{F}{A_L} = \mu \frac{dV}{dr} \rightarrow dV = \frac{Fdr}{A_L \mu}$$

$$dV = \frac{(P_1 - P_2)\pi r^2 dr}{A_L \mu}$$

$$dV = \frac{(P_1 - P_2)\pi r^2 dr}{2\pi L r \mu} = \frac{(P_1 - P_2) r dr}{2L\mu}$$

Manuel añade que "si dV, se mira como una derivada entonces su integral será una velocidad que buscamos; integrando ambos miembros extremos de la ecuación, obtenemos las constituyentes del perfil de velocidades en función de la distancia radial, distancia al centro del tubo" . Lo cual queda ilustrado en la figuras diez y once.

$$\int dV = \int \frac{(P_1 - P_2) r dr}{2L\mu} \xrightarrow{esto\_implica} V = \frac{(P_1 - P_2) r^2}{4L\mu} + K$$

$$V = \int_{r_1}^{R} dV = V_1 = \left(\frac{P_1 - P_2}{4L\mu} \right) r^2 \Big|_{r_1}^{R}$$

Después de ellos, todos rescataron el esquema de la figura once, la cual manifiesta una Velocidad cero en el perímetro mojado $r_1 = R$. Máxima en el centro $r_1 = 0$, láminas cilíndricas axiales de longitud diferencial dr, con velocidad homogénea, vistas frontal y latera, perfil de la velocidad laminar transversal y longitudinal al tubo de observación.

Figura 10.- Perfil Transversal (Dominguez, 2006)

- **Acción cinco: Evaluar la solución**

Manuel, desde atrás exige una explicación: no veo los valores de las velocidades.

El Profesor: Considerando el análisis dimensional y el sentido de la integral, tenemos que con la fórmula de la integral evaluada en los límites R y r_1 de integración, ya tenemos el problema resuelto.

Fórmula para calcular velocidades laminares.

$$V_1 = \left(\frac{P_1 - P_2}{4L\mu}\right) r^2 \Big|_{r_1}^{R} = \left(\frac{P_1 - P_2}{4L\mu}\right)(R^2 - r_1^2)$$

De esta manera para cualquier r_n permitida tenemos una velocidad v_n en el perfil.

$$V_n == \left(\frac{P_1 - P_2}{4L\mu}\right)(R^2 - r_n^2)$$

El estudiante De la Ree, siempre atento a los números, comenta: Profesor, esa es "como la fórmula" para calcular las velocidades, ¿ por qué no probamos con los números y dimensiones que nos dieron los alumnos integrantes del Taller de Hidráulica el día que hicimos el levantamiento topográfico y dibujo del canal?

Nacey, exclamó, ¡exacto!, permítanme por favor: V_1 representa la velocidad de la circunferencia de espesor "dr" que viaja a una distancia de radio r_1 del centro tubular, y a una distancia $R - r_1$ de la superficie transversal circular del tubo, figuras diez y once, entonces escribió en el pizarrón:

Ejemplo: Queremos medir la velocidad V_1 de la capa laminar axial de grosor dr que viaja a una distancia de 10 cm del centro del tubo cuyo radio R es de 21 cm en el tramo observado de longitud L, la tomamos como 3.5m, con una presión inicial, de entrada, de observación, P_1, de $0.1kg_f porcm^2$, y como presión de resistencia al movimiento del fluido P_2, ejercido en el tramo de observación $0.03kg_f \ por \ cm^2$, la viscosidad μ del agua en estas condiciones de presión y temperatura del campo es de $10.019mPas^{-1}$, Sustituyendo:

$$V_1 = \left(\frac{P_1 - P_2}{4L\mu}\right)(R^2 - r_1^2) = \left(\frac{0.10kg_f / cm^2 - 0.03kg_f / cm^2}{4(3.5m)(10.019 milipascales * seg)}\right)(21^2 cm^2 - 10^2 cm^2)$$

$$V_1 = \left(\frac{(23.87)kg_f}{(122.2318m * milipascales * seg)}\right) .... como\_milipascal = 10^{-3} Newton / m^2$$

$$V_1 = \frac{(23.87)kg_f}{122.2318m(10^{-3} Newton / m^2)seg} .... como\_kg_f = newton / 9.8$$

$$V_1 = \frac{(23.87)newton / 9.8}{122.2318m(10^{-3} Newton / m^2)seg} = \frac{2.43newton}{122.2318m(10^{-3} Newton / m^2)seg} = 19.9271m / seg$$

Un mayor acercamiento al análisis dimensional que justifica las unidades obtenidas:

$$V_1 = \left(\frac{P_1 - P_2}{4L\mu}\right)(R^2 - r_1^2) \xrightarrow{considerando\_solo\_unidades} V_1 = \left(\frac{kg_f}{m * milipascales * seg)}\right)$$

$$como\_milipascal\_son\_Newton / m^2$$

$$V_1 = \left(\frac{kg_f}{m * Newton / m^2) * seg)}\right) \xrightarrow{puestoque} kg_f \xrightarrow{se\_puede\_expresar\_en} Newton$$

$$V_1 = \left(\frac{Newton}{Newton / m) * seg)}\right) = \left(\frac{Newton}{Newton * seg / m}\right) = \frac{1}{seg / m} = m / seg$$

Podemos calcular entonces, distintas velocidades para diferentes distancias al centro del tubo, donde la velocidad es máxima con $r = 0$, quedando resuelto los problemas de construcción del perfil laminar de velocidades, lo cual será retomado para calcular una velocidad media en el tubo y el gasto de este canal.

Dudas y reflexión:

De la exposición en el aula rescatamos el siguiente diálogo:

Pedro el del bigote: … Maestro: ¿Y con el Tubo de Pitot? ¿si pudiéramos hacer un corte apropiado en el cilindro y colocar el tubo de Pitot como en las figuras 11 y 12, sumergir el visor e identificar las velocidades de las láminas de grosor diferencial, situadas a longitudes radiales conocidas, eso nos arrojaría una lectura que corroboraría nuestros cálculos hechos con la integral definida?

-

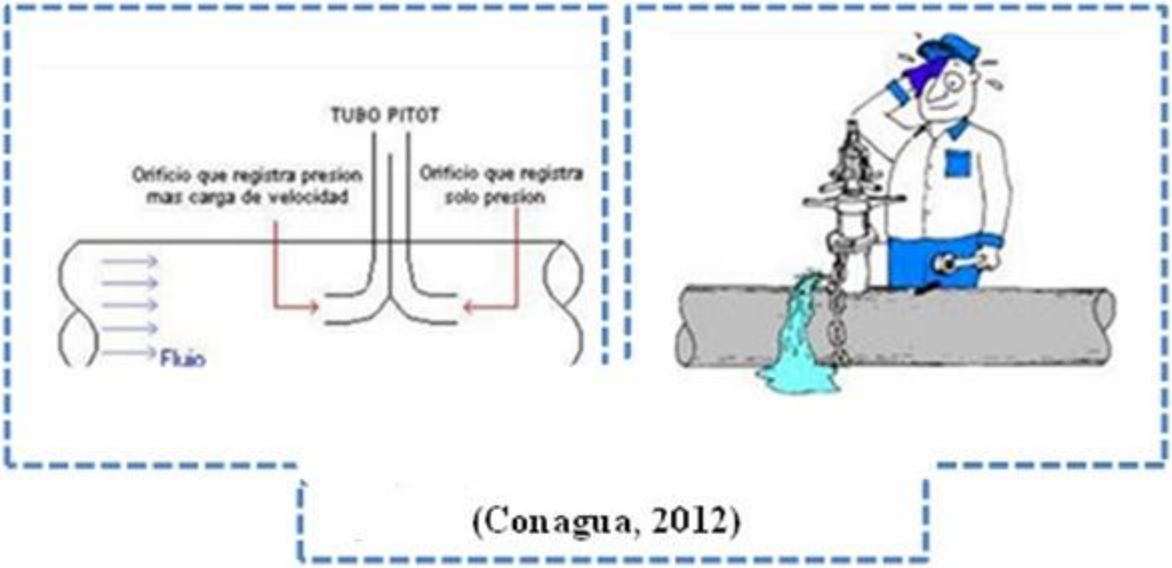


Figura 11.- Utilización en campo del tubo de Pitot.

Maestro: …Exacto, definitivamente esto que propones es una alternativa de comprobación, puesto que de cada diferentes altura a la cual es sumergido el visor del T. Pitot arroja una velocidad para dicha corriente laminar lo cual se puede comparar con el resultado de los cálculos a la longitud radial correspondiente. Una prueba de contraste más consiste en, aforar el tubo; al obtener el gasto del tubo utilizamos la fórmula gasto igual al área transversal por la velocidad y obtener una velocidad media para contrastarla con el promedio de las velocidades laminares que obtuvimos por medio de nuestras fórmulas de análisis matemático, usando derivadas e integrales.

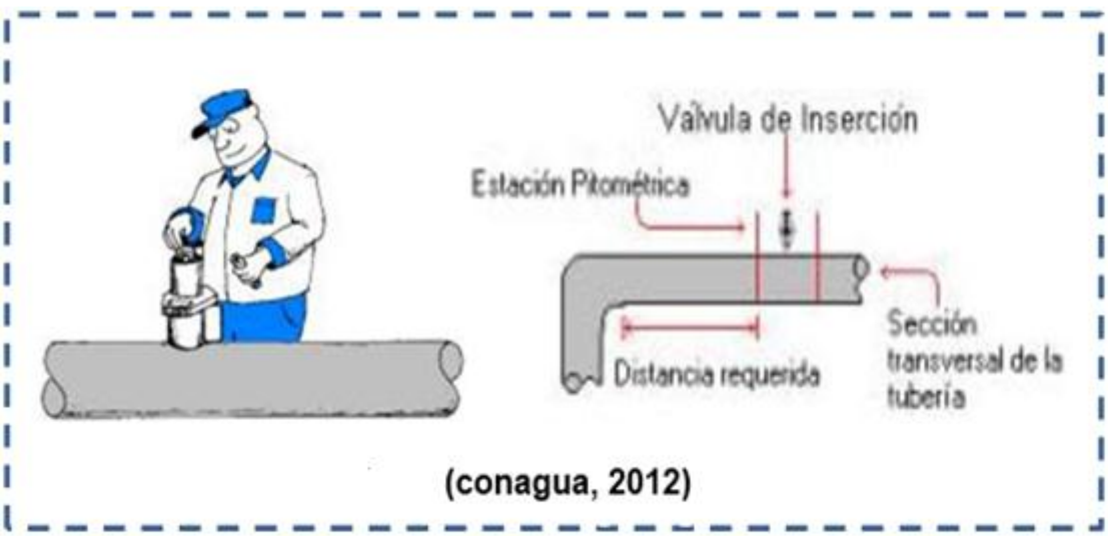


Figura 12.- Medición de Velocidad con el tubo de Pitot.

5.1.3 Problema resuelto número tres

Escenario de "EL POTRERO MOCHO". La situación problemática propuesta es un tema clásico en el área donde el cálculo de máximos y mínimos puede optimizar área de un potrero, producción de ganado y pastizales minimizando costos y tiempos de producción. Taller dirigido por estudiantes expertos de promedios altos y el maestro facilitador con el grupo Introducción al Cálculo Diferencia e Integral "in Situ" en Instalaciones del Campo Experimental del DAG. Km 21. Carretera Hermosillo-Bahía de Kino.

Se desarrolla, en dos movimientos de trabajo: 45 minutos de observación y medición "en vivo" y otros 45 minutos en el Laboratorio de Matemáticas Agrícolas, para repensar, trazar, dibujar, graficar, discutir y calcular lo que se considere necesario a fin de llevar a cabo el proceso de análisis y solución de una situación problémica que se presenta a los estudiantes en contexto de agrimensura.

Problema

La institución propone al Ingeniero Agrónomo Jesús, responsable encargado del manejo, ordeña y alimentación del hato lechero Nueva Zelanda del campo, construir un potrero rectangular que limite en uno de sus lados con la cortina natural previamente preparada en las fronteras del campo agrícola, de tal manera que no requiera cerca a lo largo de dicha frontera. ¿Cuáles son las dimensiones del terreno de mayor área posible, si solo se cuenta con 520m de hilo electrizable?

Proceso de resolución

Acción uno: Comprender el problema

Problema característico del trabajo agrícola; su enunciado se elabora conjuntamente con los estudiantes a partir de las características de la situación expuesta y consideramos los métodos para calcular máximos y mínimos con derivada o sin ella. Para resolver este problema, el reto más grande lo puede constituir la conversión del texto del problema en un problema matemático; es decir, establecer la función que se debe maximizar o minimizar. Conviene entonces reafirmar lo estudiado sobre el tema de aplicaciones de la derivada y adaptarlo a esta situación.

Como primer paso se realiza la lectura del texto del problema, hasta que se entienda con claridad. Para ello, S. Loya, sugiere las siguientes preguntas a sus compañeros: ¿Puedes expresar de qué trata el problema? ¿Puedes expresar la situación a través de un dibujo? ¿Cuáles son las condiciones dadas? ¿Qué datos puedes extraer del problema?, etc. Esto permite a uno de ellos comentar: "... se necesita cercar un terreno con 520 m de cuerda y que tenga la máxima área posible".

Acción dos: Construir una estrategia resolutiva

Seguidamente para aproximarnos a dicha situación, apunta Nacey, experimentamos algunos casos particulares para buscar patrones, a manera de ejemplos, figura 13, que nos permitan ilustrar la situación y descartar posibilidades. Para ello, otro dirigente rescata varias formas posibles de utilizar los 520m de cerca, semejantes a las siguientes.

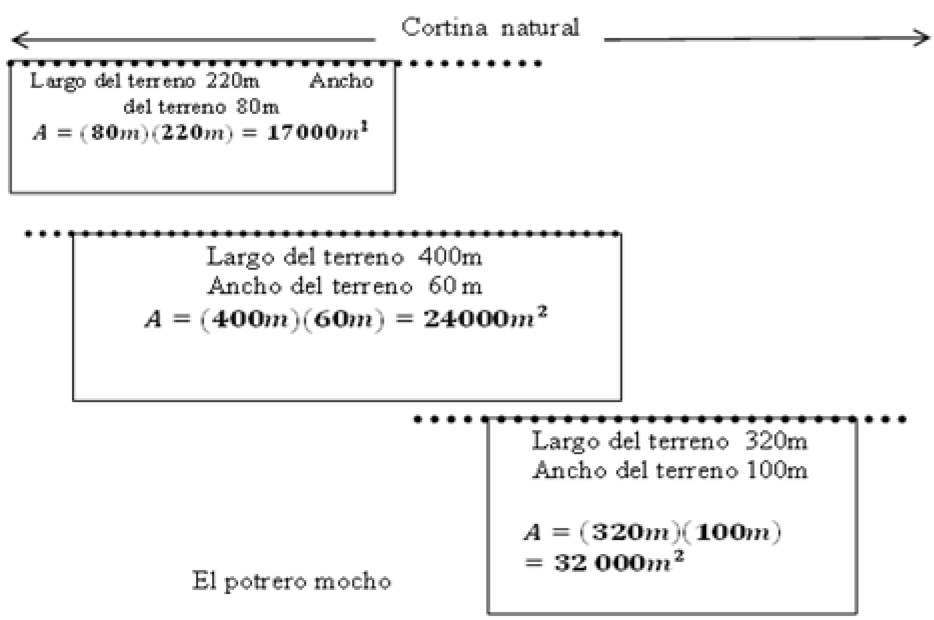


Figura 13.- Descripción del Predio "El Potrero Mocho".

Si interpretamos la información que ofrecen estos tres gráficos, dijo Brissa Ma. del equipo de oriente, se observa que cercando terrenos rectangulares donde predominen el largo o el ancho indistintamente, se obtienen áreas más pequeñas que si consideramos figuras, como la tercera, que mantienen dimensiones "intermedias", de esta manera dibujando todos los posibles rectángulos y comparándolos podemos llegar a un rectángulo ideal de mayor área.

Acción Tres: Valorar la mejor estrategia

Cruz de la Ree, quien interpretando a su grupo instalado en la mesa del norte, reporta un nuevo patrón: utilizando esta información podemos proceder a resolver tal situación identificando la función cuyo máximo se desea obtener, en términos de las variables X, Y, del problema, “construimos sobre lo que se conoce, generamos una función a optimizar y aplicamos la derivada”.

Aun cuando no exista contradicción en los patrones elijamos uno de ellos, opinaron conciliadoramente los hermanos Godynmorín, para dar una repuesta usando nuestro patrón “optimizar con la derivada”, y mantengamos el método gráfico como alternativa de comprobación”.

Acción Cuatro: Desarrollar la estrategia seleccionada

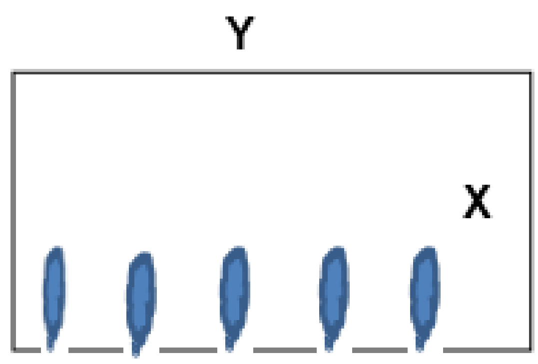


Figura 14.- En este caso, se dibuja una situación de predio cercado parcialmente, y uno de sus lados, delimitado por una barrera rompeviento, de árboles.

A es el área del terreno en metros cuadrados.
y es la longitud del lado paralelo a la cortina natural.
x es la longitud del otro lado del campo rectangular.
L es la longitud total de los tres lados que se desean cercar.
Ahora bien, ya que el objetivo es maximizar el área del rectángulo, figuras 14, 15 y 16, que es una función expresada en términos de dos variables, $x, y, A(x,y) = xy$, las cosas se facilitan si se expresa A en términos de una sola variable.

S. Loya concluye la idea: De los dato $L = 520m$, tenemos $L = 2x + y$, resulta que $520 = 2x + y$, al despejar, $520 - 2x = y$, ahora bien, si sustituimos en la fórmula del área: $A = XY$, se tiene: $A = x(520 - 2x)$.

El profesor: De esta manera la función que se desea maximizar es:

$A(x) = 520x - 2x^2$, las fórmulas de derivar nos dicen que $A'(x) = 520 - 4x$, y sus valores críticos se obtienen a partir de igualar a cero la derivada, $A'(x) = 0$, tenemos $520 - 4x = 0$, de donde $x = 130$. Este valor corresponde en efecto, por el criterio de la segunda derivada a un máximo de la función, pues la segunda derivada $A''(x) = -4 < 0$ para todo valor de x.

Es entonces cuando uno de los hermanos Godynmorín, que parecía ausente, se levanta y dice afirmando como para ser tomado en cuenta: "Es decir, calcular la primera y segunda derivadas, igualar la primera derivada a cero, resolver la ecuación resultante, sustituir las raíces en la segunda derivada, si el resultado es positivo hay mínimo, si es negativo hay un máximo, si el resultado es cero no se puede afirmar si hay máximo o mínimo" (Leithold 2008).

Cruz de la Ree: Profesor, por favor… ¿Entonces cuál es la medida del lado más grande paralelo a la cortina natural?

S. Loya, responde, "El valor de "y",el lado más grande en la figura 15, es:

$y = 520 - 2x$

$y = 520 - 2(130)$

$y = 520 - 260$

$y = 260$, así, tenemos ya la respuesta completa para el área máxima: *A=(260m)(130m)* Igual a 33,800m^2".

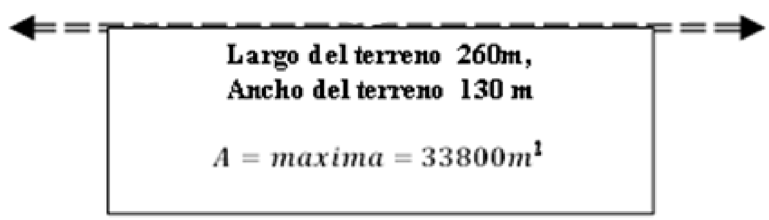


Figura 15.- Solución del Problema de Medidas de "El Potrero Mocho".

Acción cinco: Evaluar la solución

Sembrar la duda, comprobar si la solución es correcta o no, si satisface o no las condiciones dadas en el problema.

Cruz de la Ree: "En términos agrícolas, siempre supe que había un terreno que podía ser el máximo que se podía cercar con los 520 m de alambre".

S. Loya: "Me emociona saber que el terreno rectangular de mejores dimensiones debe tener 130m de ancho y 260m de largo, pues si cambio uno o dos metros del largo al ancho o viceversa, el área siempre me resulta menor que $33800m^2$".

Por último, el maestro agrega: "La forma de control del resultado de este problema se inicia por la relación entre las figuras 14 y 15 de análisis y los resultados obtenidos, indiscutiblemente más "próxima" a la tercera de las figuras consideradas, en el ejercicio de los hermanos Godynmorín la gráfica de la función área dibujada por ellos; también da luz para contrastar la realidad de los valores críticos obtenidos de la aplicación del criterio de la primera y segunda derivada. Por otra parte se tiene que el valor máximo del área, representada por la función $A(x)$, debe darse para el valor crítico $x = 130$ o bien en uno de los puntos extremos del intervalo, es decir, para los valores $x = 0, x = 260$, pero como $A(0) = 0, A(260) = 520(260) - 2(260)^2 = 0$ y $A(130) = 33{,}800$ se tiene que el valor Máximo local (relativo), A(130), es también un máximo absoluto para la función área en el intervalo cerrado considerado.

De lo que resulta que $A = 33{,}800m^2$ es el área máxima de referencia. Todos estos elementos son útiles, como criterios de idoneidad, para verificar que el proceso de resolución sea correcto y el resultado adecuado. Gracias, si no hay preguntas pueden salir".

5.2 Taller de Razonamiento Plausible en Matemáticas Agrícolas

Metodología y acciones. Con el fin de dar a conocer entre los estudiantes del DAG UNISON el Razonamiento Plausible en Matemáticas Agrícolas, con temática de cálculo y Álgebra Lineal, promovimos una conferencia con ese nombre. Donde a partir de varios problemas propuestos presentamos las ideas de Razonamiento Plausible y la colaboración entre pares aprovechando a estudiantes expertos y maestro facilitador y la buena disponibilidad del público para aclarar dudas, confirmar resultados y obtener conclusiones.

Al finalizar el tiempo de la conferencia anterior surge la idea de plantear una tarea que se pudiera manejar por el estudiante, con más tiempo para la reflexión, en una especie de “taller libre” titulado *Taller de razonamiento plausible en Matemáticas Agrícolas.*

Los resultados de dicha actividad se entregaron en la Sala de Asesorías de Matemáticas Agrícolas del Dag-Unison. Veinte fueron los trabajos reportados bajo el título señalado de los cuales relatamos y presentamos en fotografías, tres experiencias distintas de un mismo problema, como selección representativa de los trabajos presentados para su evaluación.

El estudiante que llamamos avanzado, de alto promedio o experto, es aquel que conoce de antemano el diseño didáctico de aprender matemáticas en agronomía resolviendo problemas, después de haber cursado una o ambas asignaturas de Introducción al Cálculo Diferencial e Integral (semestre I) y Elementos de Cálculo Integral y Álgebra Lineal (semestre II) con el estilo de enseñanza problémica; este alumno expresa buena actitud y desenvolvimiento en la tarea de resolver problemas contextualizados y buena colaboración en estrategia entre iguales.

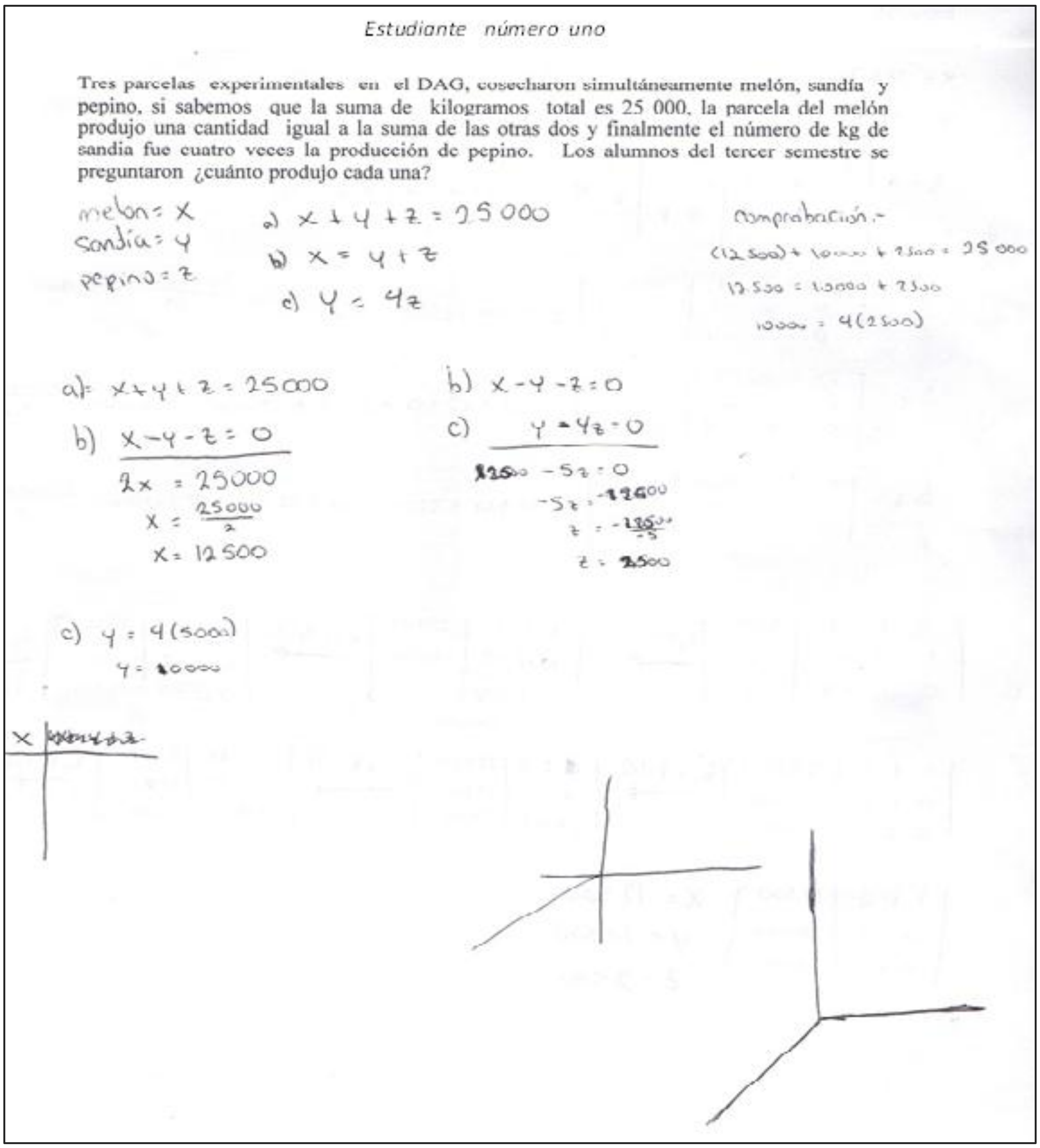
Un grupo de ellos, estuvo dispuesto a colaborar y monitorear a sus compañeros guiando las acciones de las distintas fases del plan Polya-Mazarío al tratar al menos una de cuatro situaciones problémicas propuestas a la discusión en el Taller de Razonamiento Plausible. Veinte estudiantes participaron en el experimento resolviendo uno o más problema de Matemáticas Agrícolas.

La evaluación de los escritos de los participantes en el taller, expresa diferentes niveles de habilidades en la comprensión de la situación problémica, habilidad para generar estrategias resolutivas y en el uso de la información para plantear el problema. Refleja también habilidades distintas en el manejo de Aritmética, Álgebra y Geometría en la realización de su propuesta de solución, así como en las destrezas de interpretación y validación de resultados.

5.2.1 Problema resuelto número cuatro

Situación problémica, escenario y problema: tres parcelas experimentales del DAG, cosecharon simultáneamente, melón, sandía y pepino, por un lado sabemos que el tonelaje total es 25 000 kg, y también que la parcela de melón produjo una cantidad igual a las otras dos cantidades y finalmente el número de kilogramos de sandía fue de cuatro veces la producción de pepino. Los alumnos del tercer semestre se preguntan, ¿Cuántas toneladas produjeron cada parcela experimental?

5.3.2 Desempeño estudiante número uno



Estudiante número uno

Tres parcelas experimentales en el DAG, cosecharon simultáneamente melón, sandía y pepino, si sabemos que la suma de kilogramos total es 25 000, la parcela del melón produjo una cantidad igual a la suma de las otras dos y finalmente el número de kg de sandia fue cuatro veces la producción de pepino. Los alumnos del tercer semestre se preguntaron ¿cuánto produjo cada una?

melon = x
sandia = y
pepino = z

a) $x + y + z = 25\,000$
b) $x = y + z$
c) $y = 4z$

comprobación.-
$(12\,500) + 10\,000 + 2500 = 25\,000$
$12\,500 = 10\,000 + 2500$
$10\,000 = 4(2500)$

a) $x + y + z = 25000$
b) $x - y - z = 0$
$2x = 25000$
$x = \frac{25000}{2}$
$x = 12\,500$

b) $x - y - z = 0$
c) $y - 4z = 0$
$12500 - 5z = 0$
$-5z = -12500$
$z = \frac{-12500}{-5}$
$z = 2500$

c) $y = 4(5000)$
$y = 10000$

$x + y + z = 25000$ $\qquad\qquad$ $x + y + z = 25000$

$x = y + z$ $\qquad\qquad\qquad$ $x - y - z = 0$

$y = 4z$ $\qquad\qquad\qquad\quad$ $y - 4z = 0$

$$\Delta s = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & -1 \\ 0 & 1 & -4 \end{vmatrix}\begin{matrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \\ 0 & 1 \end{matrix} = 4 + (-1) + 1 + 1 + 1 + 4 = 10$$

$$\Delta x = \begin{vmatrix} 25000 & 1 & 1 \\ 0 & -1 & -1 \\ 0 & 1 & -4 \end{vmatrix}\begin{matrix} 25000 & 1 \\ 0 & -1 \\ 0 & 1 \end{matrix} = 100{,}000 + 25000 = 125000 \qquad \frac{125000}{10} = 12{,}500$$

$$\Delta y = \begin{vmatrix} 1 & 25000 & 1 \\ 1 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & -4 \end{vmatrix}\begin{matrix} 1 & 25000 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix} = 0 + 0 + 0 - 0 + 0 + 100000 = 100000 \qquad \frac{100000}{10} = 10\ldots$$

$$\Delta z = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 25000 \\ 1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{vmatrix}\begin{matrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \\ 0 & 1 \end{matrix} = 0 + 0 + 25000 + 0 - 0 - 0 = 25000 \qquad \frac{25000}{10} = 25\ldots$$

$$\left[\begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 1 & 25000 \\ 1 & -1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & -4 & 0 \end{array}\right] \xrightarrow{R_2 + R_1(-1)} \left[\begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 1 & 25000 \\ 0 & -2 & -2 & -25000 \\ 0 & 1 & -4 & 0 \end{array}\right] \xrightarrow{R_3 + R_2(\frac{1}{2})} \left[\begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 1 & 25000 \\ 0 & -2 & -2 & -25000 \\ 0 & 0 & -5 & -12500 \end{array}\right] \xrightarrow[R_3(-\frac{1}{5})]{R_2(-\frac{1}{2})}$$

$$\left[\begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 1 & 25000 \\ 0 & 1 & 1 & 12500 \\ 0 & 0 & 1 & 2500 \end{array}\right] \xrightarrow{R_1 + R_3(-1)} \left[\begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 0 & 22500 \\ 0 & 1 & 1 & 12500 \\ 0 & 0 & 1 & 2500 \end{array}\right] \xrightarrow{R_2 + R_3(-1)} \left[\begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 0 & 22500 \\ 0 & 1 & 0 & 10000 \\ 0 & 0 & 1 & 2500 \end{array}\right] \xrightarrow{R_1 + (R_2)(-1)}$$

$$\left[\begin{array}{ccc|c} 1 & 0 & 0 & 12500 \\ 0 & 1 & 0 & 10000 \\ 0 & 0 & 1 & 2500 \end{array}\right] \quad \begin{aligned} x &= 12500 \\ y &= 10000 \\ z &= 2500 \end{aligned}$$

I = Analizar el problema. Comprender el problema:-

Aquí lei el problema y analize las incognitas y las ecuaciones lineales que se forman con estos datos

II = Generar estrategias de trabajo.-

Aqui pense con las ecuaciones que forme, lo que pense fue cual seria el metodo mas facil para resolver el problema.

III :- Valorar las consecuensias de la aplicación de la estrategia que se considere mas adecuada.-

Aqui volvi a imaginar como se resolverian por cada metodo y elegi uno para llevarlo a cabo

IV :- Ejecutar o desarrollar la estrategia seleccionada.-

Empece a resolver el problema mediante el metodo seleccionado

V :- Evaluar los logros y dificultades durante la ejecucion:-

Esto fue la comprobación de mis resultados.-

Después del reconocimiento del problema, el desarrollo del trabajo sugiere que la acción de elaborar y repensar la estrategia se hace después de obtener una propuesta de solución, el estudiante número uno, considera que hablar de estrategias y metaconocimiento antes de resolver el problema no es productivo. Dice “empecé a resolver el problema mediante el método seleccionado”.

La realidad es que intentó cuatro caminos, los documentados son dos exitosos y dos inconclusos; antes de sus observaciones finales de ninguna manera habla de fracasos y cuando el resultado le satisface, se dispone a narrar los acontecimientos.

Observa que con su primer intento ortodoxo de suma-resta no pudo justificar una buena solución, sucede lo mismo con el método gráfico en tres dimensiones, lográndolo después con determinantes, utilizando la formula $X = Dx/Ds\,, Y = Dy/Ds\,, Z = Dz/Ds$ aun cuando no aparezcan explícitamente escritas y por último con las transformaciones elementales Gauss-Jordan. Para nuestro amigo, el proceso de pensamiento no es lineal tampoco inflexible, de esta manera al desarrollar la última estrategia de transformaciones elementales de gauss, lee directamente el resultado

$$\left|\begin{matrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{matrix}\right|\left.\begin{matrix} 12500 \\ 10000 \\ 2500 \end{matrix}\right) \quad \begin{matrix} x = 12500 \\ y = 10000 \\ z = 2500 \end{matrix}$$

para regresar a corregir algunas de las propuestas que habían quedado incompletas al iniciar.

5.3.3 Desempeño estudiante número dos

Tres parcelas experimentales en el DAG, cosecharon simultáneamente melón, sandía y pepino, si sabemos que la suma de kilogramos total es 25 000, la parcela del melón produjo una cantidad igual a la suma de las otras dos y finalmente el número de kg de sandia fue cuatro veces la producción de pepino. Los alumnos del tercer semestre se preguntaron ¿cuánto produjo cada una?

$x + y + z = 25{,}000$ Kg

$x = y + z$

$y = 4z$

① Analizar problema
3 Parcelas
Parcela melón = X
Parcela sandía = Y
Parcela pepino : Z

Suma de 3 parcelas = 25,000 Kg
Parcela de melon = produjo una cantidad igual a la suma de las otras 2
Parcela de sandía = producción 4 veces la producción de pepino

Interrogante a responder = producción de cada parcela

② Generar estrategias de trabajo
El problema puede interpretarse como un sistema de ecuaciones lineales, y cada dato del problema transcribirlo como una ecuación, el sistema de ecuaciones lineales tiene varios metodos para resolver, yo usare matrices ó Gauss-Jordan ó tal vez sustitucion por los bajos coeficientes de las variables.

③ Valorar las consecuencias de la aplicación de la estrategia que se considere más adecuada.
El metodo Gauss-Jorda es rapido pero es mas posible que uno pueda equivocarse en el, con Matrices tambien me puedo equivocar pero como es muy mecanico el procedimento hay menos posibilidade de equivocarme, y el de sustitusión seria bueno usarlo por los bajos coeficientes.

④ Ejecutar o desarrollar la estrategia seleccionada:
Parcela melon = X
Parcela sandia: Y
Parcela pepino: Z

Suma de 3 parcelas = 25,000 Kg = X + Y + Z
Parcela de melon = suma de las otras 2
$X = Y + Z$

Parcela de sandía = 4 veces la produccián de pepino
$Y = 4Z$

$x + y + z = 25{,}000\ kg$

$x = y + z$

$y = 4z$

$z = 2{,}500\ kg$

$x = 12{,}500\ kg$

$y = 10{,}000\ kg$

Sostitución

$x + 4z + z = 25{,}000\ kg$

$x = 4z + z$

$\downarrow$

$4z + z + 4z + z = 25{,}000\ kg$

$10z = 25{,}000\ kg$

$z = 25{,}000\ kg / 10 = 2{,}500\ kg$

$x + y + 2{,}500\ kg = 25{,}000\ kg$

$x = y + 2{,}500\ kg$

$y = 4(2{,}500\ kg) = 10{,}000\ kg$

$\downarrow$

$x + 10{,}000\ kg + 2{,}500\ kg = 25{,}000\ kg$

$x + 12{,}500\ kg = 25{,}000\ kg$

$x = 25{,}000\ kg - 12{,}500\ kg = 12{,}500\ kg$

$\downarrow$

$12{,}500\ kg + y + 2{,}500\ kg = 25{,}000\ kg$

$y + 15{,}000\ kg = 25{,}000\ kg$

$y = 25{,}000\ kg - 15{,}000\ kg$

$y = 10{,}000\ kg$

Comprobación

$x + y + z = 25{,}000\ kg = 2{,}500\ kg + 10{,}000\ kg + 2{,}500\ kg = 25{,}000\ kg$

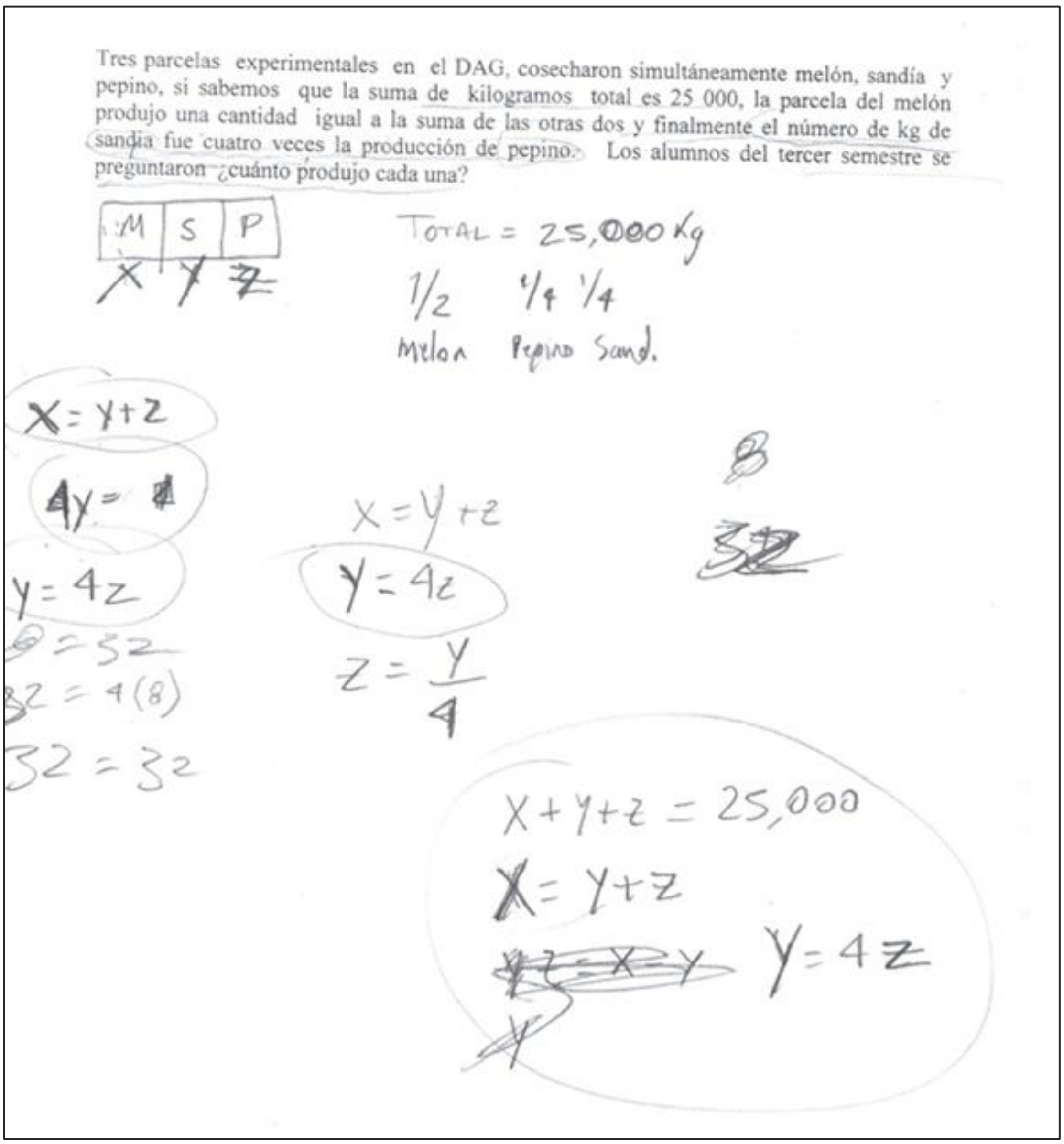
V. Evaluar los logros y dificultades durante la ejecución:
Se logro resolver el problema, y los resultados satisfacen los condiciones dadas en el problema.

Estaba seguro de usar una estrategia específica, pero el ritmo de trabajo lo hace cambiar. Realiza correcto análisis de la problemática. Identificación clara del problema a resolver. Reconoce los 5 pasos propuesto para plantear y resolver problemas.

Rescata la tercera acción y valora las consecuencias del método de matrices, reconsiderando mas tarde y escribe debajo de la observación “tal vez por suma resta considerando los bajos coeficientes de las variables”

Los trazos de los errores o dificultades provocados por el método que lo hizo cambiar al de sustitución no aparecen en el reporte que entregó. En su comprobación podemos ver perdidos y ganados 10 000 kg de maíz para justificar la sumatoria original.

5.3.4 Desempeño estudiante número tres



El Estudiante Tres, emplea una visión geométrica combinada con ideas gráficas usando números racionales para identificar las partes del problema; aun con ello, el problema de contabilidad simultánea de la producción de tres parcelas produce un problema matemático teórico de naturaleza aun más complicada. Es realmente un problema no rutinario, la aparente sencillez del planteamiento lo conduce a la estrategia resolver por tanteo un problema de tres variables, practicándolo sin éxito. A despecho de sus aguerridos intentos, un nutrido número de estrategias y variada la invención de caminos junto con poseer metas claras, la solución no la alcanzó por sí solo.

CAPITULO 6 CONCLUSIONES

Nuestra concepción es incompleta al empezar, diferente
Al avanzar un poco y cambia nuevamente cuando
Estamos a punto de lograr la solución
Polya 1964

6.0 Presentación

Al llevar a cabo nuestra propuesta alcanzamos el objetivo general y los objetivos particulares del trabajo; en este capítulo comentamos además, los resultados de las encuestas que presentan el cambio de opinión estudiantil y magisterial observado después de implementar la propuesta didáctica. Para terminar señalamos algunas líneas abiertas de investigación que se generan y podrían ser continuación de este trabajo.

6.1 Objetivo general alcanzado: Modelo Polya-Mazarío

Proponer e implementar un modelo adecuado para trabajar y resolver problemas de matemáticas agrícolas tal que incremente, fortalezca, promueva y desarrolle la competencia resolver problemas de matemática agrícola, y estimule también la autoestima del IA.

Para contribuir a un balance justo de los objetivos alcanzados, recordemos algunos de los pasos aparentemente perdidos que se tuvieron que dar y que al terminar el trabajo son como el andamiaje de los constructores de un edificio y que al final no se ven.

El iniciar con una variada y nutrida cantidad de ideas e información para analizar la enseñanza de las matemáticas en el DAG-UNISON aunada a la abundante bibliografía disponible y el gran número de propuestas y necesidades de trabajo que los profesores y estudiantes del programa de IA del DAG-UNISON formularon, abrió una ruta rápida para obtener claridad en los elementos teórico conceptuales y la metodología a seguir a fin de presentar la propuesta que, a corto plazo, resolviera la problemática de la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en una comunidad de usuarios como lo es Agronomía en la Universidad de Sonora.

Al fincar la piedra angular: ¿Qué matemáticas debe aprender el estudiante de Agronomía? se dio el primer paso importante. Salvado este obstáculo y delimitada la

Matemática Agrícola necesaria, hubo que proponer cómo enseñar estos contenidos, de esta manera se orientó en definitiva el trabajo hacia la propuesta.

El segundo peldaño natural que hubo que transitar fue el saber cómo los estudiantes de Agricultura enfrentan la situación problemática de incorporar las matemáticas a su quehacer cotidiano, para ofrecer así una propuesta productiva, aceptable e incorporable al aula de clase; no como un cambio curricular, sino como acciones innovadoras de presentación e interiorización de los contenido en ambos cursos de cálculo, que concretizan el nuevo estilo de enseñanza-aprendizaje para una matemática agrícola, real, situada y contextualizada.

Preparado el terreno con el trabajo anterior, se obtuvo la propuesta del plan Polya-Mazarío para desarrollar la competencia resolver problemas de Matemáticas Agrícolas con una estructura de cinco fases para desarrollar habilidades, iniciativa en las acciones, autoestima y la cultura del Agrónomo de la Universidad de Sonora.

6.2 Objetivos particulares alcanzados

Los objetivos particulares, alcanzados como resultado del conocimiento del escenario, de la bibliografía, producto también de nuestro propio trabajo y de nuestro interés profesional como docentes y en los cuales para cada objetivo específico dimos seguimiento a una o varias variable, son los siguientes:

6.2.1 Puesta en marcha de la propuesta metodológica

Las primeras encuestas y auscultación documentada, semestre 2008-2, permiten para el 2010 implementar una propuesta consistente en un proceso de enseñanza y aprendizaje para una matemática situada, como lo es la Matemática Agrícola del programa de IA del DAG de la Universidad de Sonora, usando para ello problemas en contexto, de la cual se tiene evidencias en los semestres 2010-1, 2010-2, 2011-1 y 2011-2 tiempo de experimentación de este trabajo de tesis.

Es en este período en el que se establecen paralelamente asesorías de Matemáticas Agrícolas en la propia institución y seguimiento a los cursos de Introducción al Cálculo

Diferencial e Integral y Elementos de Cálculo Integral y Álgebra Lineal, como parte de un ejercicio global de reconceptualización considerando la perspectiva de una Matemática realista.

Se llevaron a cabo talleres explicativos del significado de Matemáticas Agrícolas, talleres de razonamiento plausible, talleres de capacitación extra-regular para exámenes extraordinarios; incorporamos a estudiantes de promedios avanzados en actividades de colaboración con maestro facilitador y colaboración entre pares; talleres de enseñanza paralela en laboratorio y taller de matemáticas “in situ” considerados como una actividad y ejercicio de manejo de situaciones problemáticas en escenarios agrícola, ganadero y de agro productividad en vivo.

A la fecha se han ofrecido tres cursos propedéuticos durante la semana de inducción para estudiantes de nuevo ingreso, teniendo como eje y estilo de enseñanza la resolución de problemas orientados al área con elementos de matemáticas preuniversitarias, pre cálculo y calculadora científica.

Estos ensayos que afianzan en la práctica nuestra propuesta de tesis, dan confianza en acciones de Plantear y Resolver Problemas de Matemáticas Agrícolas y fortalecen la propuesta didáctica para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en escuelas de Agronomía. Al involucrar a estudiantes del programa de IA y maestros del DAG, permite movilizar a ambos sectores en la práctica y desarrollo de la acción plantear y resolver problemas situados, orientada a estimular y fortalecer la competencia y educación integral.

Con la puesta en marcha del plan de las cinco fases Polya-Mazarío, se desprenden al fin del proceso didáctico datos y elementos cualitativos muy importantes que se expresan en un cambio significativo de opinión en nuestros participantes.

La puesta en práctica de la propuesta pedagógica no solo motivó y cambió la visión del sector de estudiantes; los maestros al participar en el rol propuesto de actividades de una nueva matemática para Agronomía, también cambiaron radicalmente su actitud y punto de vista.

6.2.2 Cambio de actitud del estudiante y su aportación

El rechazo y negación de los estudiantes que se expresó en aquel 80% de los encuestados en el semestre 2008-2 que se declaraban “indiferente a las Matemáticas”, “no me importa si hay o no Matemáticas” “no existen Matemáticas Aplicadas en Agronomía”, “jamás llevaré un curso de Matemáticas”, “sugiero la desaparición inmediata de todas estas materias”, cambió hacia una opinión “amistosa”, en la encuesta del 2010-1 (Anexo 5), moderando expresiones atípicas, con 75 % de aceptación en “sí me inscribiría en un nuevo curso de Matemáticas sabiendo que la metodología de enseñanza es aprender resolviendo problemas” también con un alto porcentaje tabular y correlativo resultaron las expresiones “me gusta la nueva forma de abordar los problemas”, “creo que con este método aprendo más palabras y a leer mejor” .

El análisis cualitativo de este muestreo, también informa, que el 20% que aceptaba “las matemáticas a veces se aplican en agronomía”, y sugería “mejorar la planta docente y la enseñanza de las matemáticas”, se transformó en un entusiasta grupo de estudiantes de promedios altos y colaboradores en talleres de enseñanza entre pares, Matemática horizontal entre iguales y solicitantes a prestador de Servicio Social en la Sala de Asesoría de Matematices Agrícolas del DAG-UNISON.

6.2.3 Cambio de actitud docente y su aportación

La brecha de antes y después también se expresa en la opinión de los profesores, antes del ensayo pedagógico y después de éste. Vimos transformadas las expresiones de “no hay necesidad de ir más allá de la Trigonometría, porcentajes, proporciones y Estadística descriptiva e inferencial, gráficas, relaciones y funciones con un poco de derivadas en cálculos de máximos y mínimos y alguna integral para áreas y volumen”, recogidas en el primer instrumento mixto de auscultación, revelaban desde entonces más que un afán de fortalecer los contenidos temáticos clásicos, el deseo oculto, y de no poca justificación, de poner un límite a la presentación de conceptos matemáticos en Agronomía, en amistosa aspiración de liberar al agrónomo en formación de una carga académica extra, de borrar un escollo supernumerario que impide concluir en tiempo y forma sus estudios.

El cambio se manifestó de varias maneras: conforme fueron conociendo el proyecto, la participación del grupo de maestros fue entusiasta, muy buena y decisiva, mostrando siempre disponibilidad para la selección de las situaciones problémicas, participando en el equipo interdisciplinario como consultores, certificadores, notarios de la sala de asesorías de matemáticas agrícolas, asesores presenciales y en red para usuarios del programa de IA.

De su disponibilidad a guiar acciones para plantear y resolver problemas de Matemáticas Agrícolas dan fe la encuesta y entrevistas (anexo A.6) que aceptaron responder y así se explica el que hayan seleccionado mayoritariamente expresiones como: "frente a la forma clásica de entrarle sin método, me gustaría esta nueva forma de abordar los problemas"; "he notado mucha diferencia en los resultados cuando algunos estudiantes usan la metodología resolver problemas con los cinco pasos del plan, con respecto a los resultados del estudiante que improvisa el camino para resolver problemas, guiados por un procedimiento espontáneo y de tanteo"; " si el nuevo método hace trabajar en equipo, creo que sí gustará al estudiante".

También observaron que "el nuevo método tiene dos polos atractivos para el estudiante: permite por un lado comprender mejor el problema, lo cual es la principal preocupación del estudiante, y por otro lado, crea estrategias para resolver el problema". Concluyendo que en su actividad de tutor: "Sí recomendará ampliamente al estudiante inscribirse en cursos de Matemáticas donde se aprenda resolviendo problemas".

El grupo de maestros hoy participa dirigiendo el curso propedéutico remedial de Matemáticas e Inducción para estudiantes de nuevo ingreso al programa de IA del DAG-UNISON, que se lleva a cabo en el tiempo de inicio de cada año lectivo. Se presenta una semana de inducción exclusiva y remedial para recordar Álgebra, Geometría, Trigonometría, uso de calculadora científica e identificar situaciones problémicas en contexto donde se plantean y resuelven problemas de Matemáticas Agrícolas, guiados por profesores del programa de IA del DAG-UNISON.

6.2.4 Definición de Matemática Agrícola

En la actividad expuesta a lo largo del trabajo, de situar y resolver problemas en Agronomía, emerge el constructo *matemática agrícola* impactando la currícula de los técnicos agrícolas y profesionales en agro ciencias, lo cual implica para nosotros la necesidad de desglosar el concepto, así lo hemos hecho en este apartado de la tesis y en los anexos dos y tres adjuntos.

Para formular el constructo *matemática agrícola*, fue importante conocer la opinión de maestros y estudiantes, así como la bibliografía existente en el país y el extranjero, igualmente fue decisiva la puesta en marcha de un ambiente académico, colectivo e incluyente, para definir y dar a conocer por primera vez esta definición en nuestro escenario didáctico.

La Matemática Agrícola es el campo interdisciplinario que ayuda a modelar procesos agrícolas usando herramientas y técnicas propias de la matemática.

La matemática agrícola, que contribuye a la innovación educativa basada en la enseñanza de las matemáticas con situaciones problémicas en contexto de Agronomía, recupera, incorpora y sistematiza resultados que se han validado de manera práctica, espontánea o por usos y costumbres en el rol de la actividad profesional del agrónomo, promoviendo una Matemática aplicada, teórica, práctica y académicamente aceptable en las Universidades Agrícolas.

Estructura de la Matemática Agrícola

En el marco de la definición moderna de problemática agrícola se incluyen los problemas agrícolas y ganaderos, de siembra, cultivo y poscosecha, reproducción, cría, alimentación y comercialización de ganado y el beneficio del mismo, Geodesia, Agrimensura, agroinsumos, agroquímicos, Ciencias del Suelo, Genética, Biotecnología, Topografía, Hidráulica y Sistemas de Riego, Ecología, Biología, tratamiento de enfermedades y crecimiento animal y vegetal, construcción de establos e invernaderos, etc., es aquí donde surge el esquema organizacional llamado *Estructura de la Matemática Agrícola*.

En este complejo interdisciplinario las definiciones, conceptos y procesos matemáticos se insertan y dan espacio para nuevos reacomodos, expresando su carácter no acabado y de una Matemática en movimiento, lo cual significa hablar de un régimen retroalimentado que ayuda a resolver problemas, descubrir procesos, acuñar constructos y refrescar la mente al evocar el buen sabor de las matemáticas aplicadas en el aprendizaje de una ingeniería contextualizada.

La Agronomía influye en la matemática planteando nuevos problemas y generando nuevos resultados empíricos y conceptos científicos; así mismo en este ambiente dual, Matemática Agrícola y Ciencia Matemática interactúan complementándose. Idea que se rescata con la metáfora del árbol interactivo de las matemáticas agrícolas y su ciclo vital, ampliada en el anexo tres.

Lenguaje de la Matemática Agrícola

Paralelamente, *el lenguaje* con el que se presenta la Estructura de la Matemática Agrícola ordena y sistematiza en forma verbal o escrita los procesos de pensamiento lógico, así como las definiciones propias elaboradas por el mismo agrónomo y sus instituciones, iniciadas, inspiradas, fraguadas y construidas en el ejercicio del tercer insumo de la matemática, la solución de problemas, “donde en términos de Chevallard ´expresa su praxeología´, al incluir tanto los tipos de tareas y técnicas de resolución como los argumentos teóricos que la justifican, validan y le dan sentido, y sintetiza en la expresión: saber-pensar, saber-hacer” (Aguayo 2004).

Requerimiento de matemáticas agrícolas por parte del Ingeniero Agrónomo

Se constituye a partir de estructuras elementales de Matemática Básica Aplicada, como son el uso de proporciones, geometría elemental, geometría analítica, superficies, topografía e hidráulica y posicionamiento geográfico; el álgebra básica y lineal, derivadas e integrales en problemas dinámicos de velocidad y de cambio, así como en producción simultánea y optimización; cálculo de insumos y máxima producción agrícola, mínimas pérdidas, cálculo de los valores óptimos en áreas, volúmenes, situaciones climáticas, economía agrícola y en agroquímicos, porcentajes, proporciones y partes por millón, sistema de unidades, unidades internacionales, conversiones para el mantenimiento de productos en poscosecha y vida de anaquel. (Anexo 2 y3)

Marco numérico y metodológico

Las matemáticas agrícolas proporcionan el marco numérico y metodológico básico para poder plantear, entender y resolver muchos problemas agrícolas; son elementos teóricos explicativos, inductivo-deductivos, deductivo-inductivos y especulativos que van formando una ciencia experimental (Anexo 2 y3).

6.3 Prospectiva. Líneas abiertas de investigación

1.- En base a esta experiencia didáctica que por sus características de forma y contenido está inmersa en un escenario universitario mayor, quedan abiertos los procesos investigativos para aprender, enseñar y evaluar matemáticas en cualquiera de los programas de matemáticas aplicadas de la Universidad de Sonora.

2.- Por ser la Bioestadística I y Diseño de Experimentos del programa académico curricular de I.A. del DAG-UNISON, incluidas de una manera natural en la estructura de las Matemáticas Agrícolas, el ejercicio pedagógico descrito es recomendable también para ambos cursos.

3.- Queda abierto, tomando como punto de partida la definición que aquí se ha expresado, el estudio y análisis de la *Matemática Agrícola* que tiene como objetivo el estudio, tratamiento y solución de los problemas más importantes que el Agrónomo enfrenta en su actividad profesional.

BIBLIOGRAFÍA

B.1 Autores

Abarca, Nancy (1999). *La enseñanza del cálculo diferencial e integral mediante la resolución de problemas, una propuesta motivadora*. Instituto de Investigaciones tecnológicas, tecnociencia universitaria, Bolivia. Resumen, consulta julio 2012. http://www.revistasbolivianas.org.///bo/pdf/rtc/v5n5/v5n5a05.pd

Aguayo, L. M. (2004). *El "saber Didáctico" en las Escuelas Normales. Un Análisis de las praxeología de formación*, Santillana. México. D.F. Educación matemática, http:// redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=40516303, año16/volumen número 003, Santillana.

Alexander, P.A, & Judy J.E. (1988). *La interacción de los conocimientos de dominio específico y estratégico en el rendimiento académico*. Review of Educational Research, *58*, 375- 404. (vita julio 2012

Almada Bay, I. L. (2000). *Breve Historia de Sonora*, Primera edición, El Colegio de México, Fideicomiso Historia de las Américas. FCE. pp. 147. ISBN978-607-16-0668-6. http://www.youtube.com/watch?v=WqhW6vF1AaY

Alonso Berenguer, Isabel *(2001). La resolución de problemas matemáticos. Una alternativa didáctica centrada en la representación*. Resumen de Tesis de Doctorado, Santiago de Cuba. ialonso@csd.uo.edu.cu

Álvarez, D. Zayas (1999). *Didáctica de la escuela en la vida*. Editorial Pueblo y Educación, la Habana. http://www.bibliociencias.cu/gsdl/collect/tesis/index/assoc/ HASH3231. dir/doc.pdf

Ausubel David y cols. (1991) *Psicología educativa*. Editorial Trillas, México

Ausubel, David (1981). *Psicología educativa, un punto de vista cognoscitivo*. México, Editorial Trillas, 1981

Ávila, M.Gpe, Godoy R.R., Castro M., Ávila G., Ávila S., Rojas A., Del Castillo B., Bravo T., Flores S., Hernández H., Hugues G., Robles A., Urrea B., Vargas C., Tellechea A., Villalba G., (2006). *Diplomado Las Matemáticas y su Enseñanza en la Escuela Primaria*. Cap.1 *El Papel de los Problemas en la Enseñanza de las Matemáticas.* Colectivo del Programa de Maestría en Ciencias Especialidad Matemática Educativa, UNISON

Bacon, Fco. (2004). *Novum Organum*, Vista previa: *Los Aforismos Novum Organum sobre la interpretación de la naturaleza y el imperio del hombre*, La Biblioteca de las fuentes originales: Volumen V (del s.IX al s. XVI) - books.google.com.mxOliver J.Thatcher 2004,460 Páginas–, aforismo del 105 al 106. http://es.scribd.com/doc/6765783/Francis-Bacon-Novum-Organum

Castillo, Sandra (2008). *Propuesta pedagógica basada en el constructivismo para el uso óptimo de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática*. Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa, vol. 11, n. 2. relime@clame.org.mx

Chevallard, Yves, Bosch, Marianne y Gascón, José (1997). *El Eslabón perdido entre enseñanza y aprendizaje*. Cuadernos de educación estudiar matemáticas, editorial ice–horsori, primera edición Barcelona.

Chevallard, Yves (1991). *La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado*. Aique, 2da edición, Buenos Aires

Concari, Sonia B. (2005). *El modelado y la resolución de problemas: Ejes para la enseñanza de la física para ingenieros*. www.unrc.edu.ar/publicar/ cde/05/concari.htm Search Concari S. Institución: *GIDEAF* - Departamento de Física – de Ingeniería Química - Universidad Nacional del Litoral - Santiago del Estero 2829 (3000) Santa Fe Argentina. agosto. 2011

Cruz, Ramírez Miguel (2006). *La enseñanza de la Matemática a través de la resolución de problemas.* Tomo 1. La Habana: Educación Cubana.(introducción, p. 2)

Descartes, René (1543). *Discurso del Método*, editorial porrúa, ave.República argentina#15 México, d.f. sepan cuentos.núm. 177, xxiii edición,2010

Díaz Godino, J, Font Visent Moll y Bencomo Delisa (2006). *Análisis y valoración de la idoneidad didáctica de procesos de estudio de las Matemáticas*

Díaz Godino, J. (1994). *Teoría de las Funciones Semióticas. Un Enfoque Ontológico-Semiótico de la Cognición e Instrucción Matemática*

Díaz Godino, J., Font Moll, Vicente, Contreras, A. y Wilhelmi, M. R. (2006). *Una visión de la didáctica francesa desde el enfoque ontosemiótico de la cognición e instrucción matemática*. Revista Latinoam de Investigación en Matemática Educativa, 9 (1): 117-150

Domínguez, C. E. A. (2006). *Hidráulica de canales abiertos*. Notas curso Ingeniería ambiental. Universidad Nacional Palmira. www.mathmodelling. org. cursohidraulica. universidad pontificia javeriana.

Eclesiastés, 3:1. *Eclesiastés o Qohélet, la Biblia Latinoamericana* 1995, XXXIVedición. Editorial verbodivino. Madrid España

Espinosa, I.P. y Arias, P.O. (2010). Propuesta de estrategia didáctica para desarrollar la habilidad resolver problemas de bioestadística. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos". Monografías, Cuba

Fernández, Díez Pedro (2002). *Teoría elemental de la capa límite bidimensional, en Mecánica de fluidos. Introducción1.1*, Departamento de Ingeniería Eléctrica y Energética. Universidad de Cantabria. (marzo 2012)

Font, Vicente Moll (2006). *Problemas en un contexto cotidiano* Departamento de didáctica de la Matemática de la U. de Barcelona, cuadernos de pedagogía, 355,524 (abril 2011)

Font, Vicente y Ramos A.B. (2006). *Contexto y Contextualización en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Matemáticas. Una perspectiva Ontosemiótica*, Universidad de Carabobo, Venezuela Universitat de Barcelona,España http://www. webpersonal. net/vfont/ Font Ramos.pdf

Font, Vicente Moll, Díaz Godino J. D. y D'Amore B. (2007). *Enfoque Ontosemiótico de las Representaciones en Educación Matemática*. [Versión ampliada del artículo, 27 (2): 2-7. 8. http://www.ugr.es/local/jgodino/indice_tfs.htm

Grijalva Monteverde, Agustín (2007) Tesis para obtener el grado de doctorado en Matemática educativa. *El papel del contexto en la asignación de significados a los objetos matemáticos. El caso de la Integral de una Función.* Instituto Politécnico Nacional Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada

Garret, R.M, (1995). *Resolver problemas en la enseñanza de las Ciencias*. Alambique. Monografía. *La resolución de problemas*. No.5.Año II, Julio, Barcelona. España, p.615

Gil Pérez J., Furió, J.C., *Martínez Torregrosa, Joaquín (1991). La Enseñanza de las Ciencia en la Educación Secundaria*. Editorial Horsori Barcelona

Halliday y Resnik (1978). *Física Tomo I*, Ed. C.E.C.S.A. www.taringa.net/posts/ebooks tutoriales/1965095, (julio 2011

Ímaz J. Carlos y Moreno A. Luis, 2009. *Sobre el desarrollo del cálculo y su enseñanza*. El Cálculo y su Enseñanza © 2009 Cinvestav; Instituto Politécnico Nacional, México D.F.

Ivici, I. (1999). *Lev Semionovich Vygotsky (1896-1934)*, Ivan Ivic en Perspectivas: revista trimestral de educación comparada.París, UNESCO: Oficina Internacional de Educación), vol. XXIV, nos. 3-4, 1994, págs. 773-799©UNESO: Oficina Internacional de Educación, 1999

Klein, Morris (1974). *El fracaso de la Matemática Moderna, Por qué Juanito no sabe sumar,* Siglo XXI México,15 ed, ISBN: 9789682316623

Klingler y Vadillo (1999). *Psicología Cognitiva. Estrategias en la Práctica Docente*. México: McGraw-Hill

Labarrere, A.F. (1987a), *Bases Psicopedagógicas de la Enseñanza de la Resolución de Problemas Matemáticos en la Escuela Primaria*. Editorial Pueblo y Educación, La Habana

Labarrere, A.F. (1987b). *Un problema matemático correctamente solucionado, pero además qué*. Temas de Psicología Pedagógica para maestros I. Editorial Pueblo y Educación, La Habana. pp. 80-86

Labarrere, A.F. (1988). *Cómo enseñar a los alumnos de primaria a resolver problemas*. Editorial Pueblo y Educación, La Habana

Labarrere, A.F. (1996). *Pensamiento. Análisis y Autorregulación de la Actividad Cognoscitiva de los Alumnos*. Editorial Pueblo y Educación, La Habana

Labarrere Reyes, Guillermina y Valdivia Pairol, Gladys E. (1988). *Pedagogía*. Editorial Pueblo y Educación, La Habana

Labarrere A.F. (1987a). *Bases psicopedagógicas de la enseñanza de la resolución de problemas matemáticos en la escuela primaria*. Editorial Pueblo y Educación, La Habana

Labarrere A.F. (1987b). *Un problema matemático correctamente solucionado, Temas de Psicología Pedagógica para maestros*. Editorial Pueblo y Educación, La Habana. P 80-86

Labarrere, A.F. (1988) *Cómo enseñar a los alumnos de primaria a resolver problemas*. Editorial Pueblo y Educación, La Habana

Labarrere, A.F. (1996). *Pensamiento. Análisis y autorregulación de la actividad cognoscitiva de los alumnos*. Editorial Pueblo y Educación, La Habana

Leithold, Louis (2008). *El Cálculo*. Criterio de la segunda derivada,Editorial Oxford ISBN: 9706131825

Martí, (1890). *Ideario pedagógico*. José Julián Martí Pérez, Editorial Pueblo y Educación, (1990) La Habana.

Mazarío, Israel. (2002) *La Resolución de Problemas en la Matemática I y II de la Carrera de Agronomía*. Tesis Doctoral Ciencias Pedagógicas

Miller, W. Wade y Vogelsan, Steven K.(1983). Reporte de investigación (143). *Importance of including mathematical concepts instruction as a part of the vocational agriculture program of study, department of agricultural state university*, Ames, Iowa. Educational Resources Information Center (ERIC). U.S. Department of Education

Ortega Díaz, Ramón A, (1012) *Necesidades y requerimientos matemáticos del Ingeniero Agrónomo* http://www.monografias.com/ **(**enero 2012)

Ospina, José Fernando (2000) *Bacon y el Comienzo de la Filosofía Inductiva* http://www.utp.edu.co/ ~chumanas/ revistas/revistas/rev19/index.htm. Universidad de Colombia.(enero 2012)

Otero, http://ocw.upm.es/ingenieria-cartografica-geodesica-y-fotogrametria/ Topografía-cartografia-y-geodesia/contenidos/*topometria*/TOPOMETR.pdf (2012)

Plan, 2009-2013. Plan de Desarrollo Institucional, rectoría unison. Dr. Eriberto G. M. Universidad de Sonora. Talleres Gráficos de la Universidad de Sonora, 2010

Polya, George (1945). How to solve it. Penguin Books. ISBN 0-14-012499-3 Princeton University Press, NuevaJersey. Trad. español:1965, Cómo plantear y resolver problemas. Trillas: México. Reimp.2008

Polya, George (1964) Matemática y razonamiento plausible. *Mathematics and Plausible Reasoning. Volume II Patterns of Plausible Inference*". Princeton University Press, 1968

Porcar, De Yelós M. Luisa, 2008. *La resolución de problemas y la creatividad*. Uni. Nal. de Cuyo, www.mendomatematica.mendoza.edu.ar, argentina, última visita.2012)

Ramos, J.E.S., Martínez E.A.C., Galván P.L.A. (2002). Red de Investigación Educativa en Sonora, A.C. (comp), Primera Edición Volumen iv. unison, itesca, ltss, itson. *el protocolo de focalización del aprendizaje en la formación de instructores de aprender a aprender*

Resnick y Halliday, (1960). *Physics for Students of Science and Engineering*. vol. i. new york, john wiley & sons, 1960 (2ed)

Resnick y Halliday, (1978). *Física tomo I*, ed. cecsa. www.jarochos.net/jportal/ f113 libros-fisica-universitaria-resnick-4-ed, www.taringa.net/posts/ebooks-tutoriales/ 1965095

Ruiz, A.A, (2011). *Tubo pitot*-conaguawww.conagua.gob.mx/conagua07/ noticias/ tubo_ pitot. Pdf pdf/adobe acrobat -rápida serie autodidáctica de medición del agua

Stewart, J. (1998): Cálculo. *Conceptos y contextos. International* Thomson Editores, México

Vygotsky, Lev S. *El concepto de Zona de desarrollo próximo y su importancia* http://vigotsky.idoneos.com/index.php/293538. (julio 2012)

Vygotsky, (1934). Pensamiento y lenguaje, http://www.educar.org/articulos/Vygotsky.asp (agosto 2012)

B.2 Sitios web y archivos consultados

Agricultural, Educational & Search (2012). *Creación e Integración de Currículo en Educación Agrícola* (Enero 2012)

Ameas. org. www.ameas.org. (julio 2012).

Archivos-dag-unison. Campo Experimental Agrícola de la Universidad de Sonora km 21 Carretera Bahía Kino. Costa de Hermosillo (febrero 2011)

Calles, E.A. (2006). Mathmodelling. Google pages. com. (marzo 2012)

Ciano, http://obson.wordpress.com dr. Norman E. Borlaug, *Inicio de la Revolución Verde en Sonora (1960)*. (julio 2012)

Comeaa, org. www.comeaa.org, (diciembre 2012)

Conagua, http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Tubo_Pitot. pdf Pitometría (febrero 2012)

Copaes, org. http://www.copaes.org.mx (agosto 2012)

Dag-unison, (a). Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora, http:// www. agricultura.uson.mx, (febrero 2012)

Dag-unison, (b). http://www.agricultura.uson.mx, Datos laboratorio de hidráulica DAG-UNISON (mayo 2010)

Dag-unison, (c). http://www.agricultura.uson.mx/Ingeniero Agrónomo 2004-2 objetivo, misión y visión institucional. (Enero 2012).

Gaceta, U (2011). Convenio SEC-Bufete de Asesoría de Educación Matemática de la Universidad de Sonora. Gaceta Unison marzo 2011

Garret, R.M. (1987). Problemas de la enseñanza de las ciencias en: Resolución d problema, creatividad y originalidad. International Journal of Science Education.1, pp26-33

Garret, R.M y Colaboradores (1990). Turning exercises into problems: an experimental study with teachers in training. International Journal of Science Education. 12(1)

George, Polya: Estrategias para la Solución de Problemas. http://www.winmates.net/ includes /polya.php (julio 2012)

Hilbert D. Congreso Internacional de Matemáticos París 1900: "Los problemas de matemática" propuesta*: 23 problemas sin resolver*, http://francisthemulenews. wordpress.com/2009/12/07/david-hilbert-en-paris-en-1900-y-sus-famosos-23-problemas/ (agosto 2012)

Hist 1, http://www.elocal.gob.mx/enciclo/sonora/municipios/26030 htm. (febrero 2012)

Hist 2. http://www.historiadehermosillo.com/ARTICULOS/menu.htm (febrero 2012)

Hist 3. http://www.historiadehermosillo.com/efemerides/efefeb/27-02-2004.htm (enero2012)

Hist 4. http://www.texascenter.org/publications/sonora.pdf. http://www.inifap.gob.mx/circe/bajio.html (enero 2012)

Inifap, webmaster@inifap.gob.mx(enero 2012)

Kostiakov, A.N. http://books.google.com.mx/books?id=tkUYqd0Aac8C&pg=SA6-PA16&lpg=SA6PA16&dq=formula+de+kostiakov&source=bl&ots=HR4Pb9MbAp&sig=eIGbz09phhvsfFLJ8MIVTaogJwA&hl=es&sa=X&ei=GwO4T_yH66AsgKT9PmKDA&ved=0CFMQ6AEwAg#v=onepage&q=formula%20de%20kostiakov&f=false. *Formula de Kostiakov.* (julio 2012)

Mitscherlich, ley de, (notas de clase, 2010).http://www.bing.com/search?q=ley +de + mitscherlich&src=IE-SearchBox&FORM= IE8SRC. (agosto 2012)

Notimex,(2007).http://www.terra.com.mx/articulo.aspx?articuloId=149051#tarticle.reprueba México en nivel educativo. Notimex abril 10 de 2007, parís. (julio 2010)

Ortega Díaz, Ramón A. *Necesidades y requerimientos matemáticos del Ingeniero Agrónomo* http://www.monografias.com/ trabajos68/ experiencias -metodologicas-proceso-ensenanza-matematica/2.shtml (enero 2012)

Otero,http://ocw.upm.es/ingenieria-cartografica-geodesica-y-fotogrametria/topografia-cartografia-y-geodesia/contenidos/topometria/TOPOMETR.pdf (agosto 2012)

Prieto, Carlos y Rivaud, Juan J. *El Discreto encanto de las matemáticas ¿Ciencia, arte, lenguaje o juego?* http://www.comoves.unam.mx/articulos/ matematicas. shtml http://www.bing.com/search (julio 2011)

Sagarpa, http://www.sagarpa.gob.mx/quienesomos/paginas/oficialiagrp.aspx (julio2012)

Uach, http://www.chapingo.mx, Universidad Autónoma de Chapingo. (febrero2012)

UaCh, http://Universidad Autónoma de Chihuahua. (enero 2012)

Uaaan, http://www.uaaan.mx/v2/index.php/la-universidad/historia.html (julio 2012)

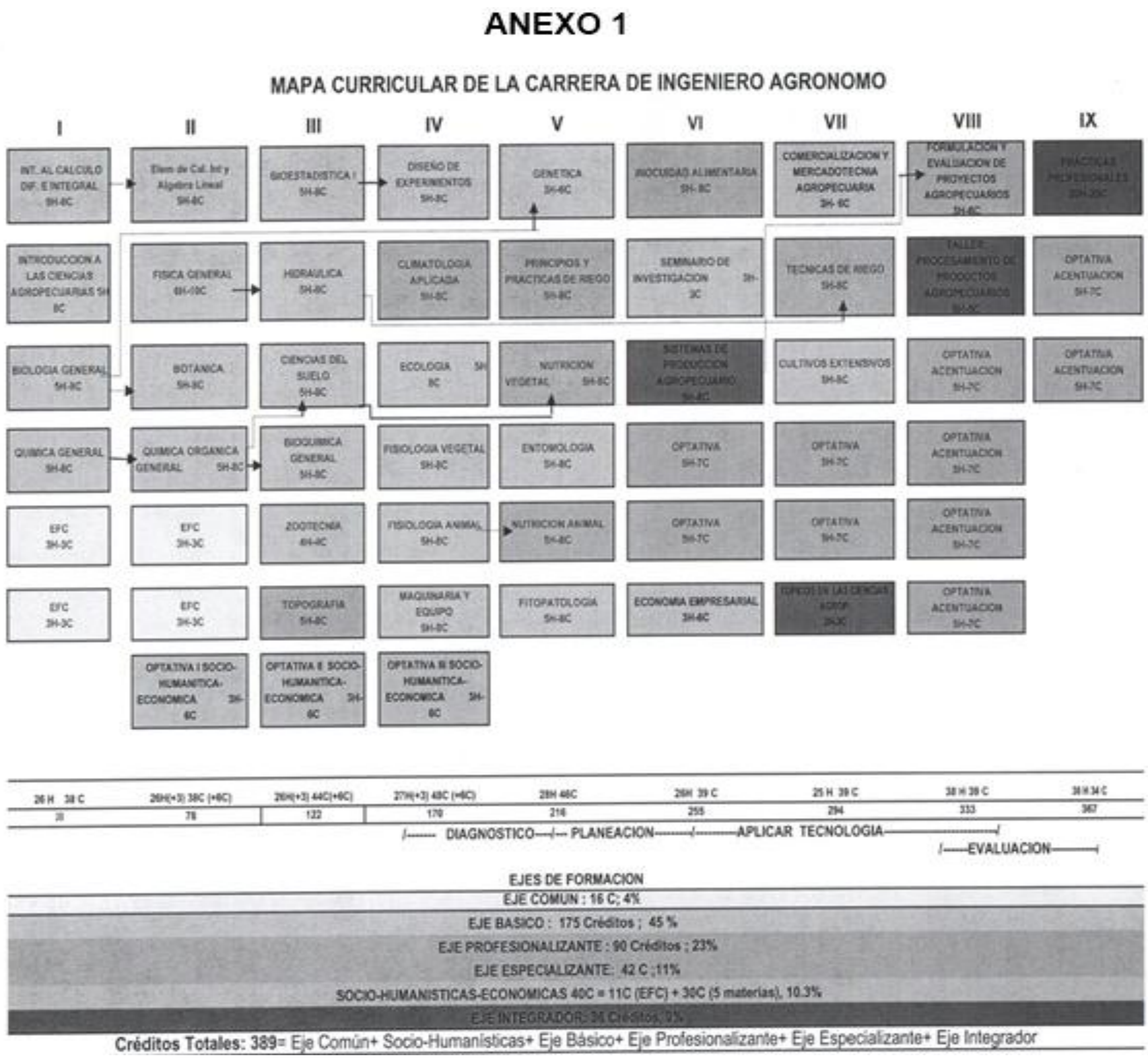
Unison, http://www.uson.mx/la_unison/virtual/, (enero 2012)

Unesco, (1998). *Declaración mundial sobre la educación superior en el siglo XXI: visión y acción, reunión del* 5 al 9 de octubre de 1998 Sede UNESCO París Francia, http://www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration _spa.htm (agost 2012)

Vygotsky, http://www.educar.org/articulos/Vygotsky.asp (agosto 2012)

ANEXOS

Anexo 1. Mapa Curricular



Anexo 2 Matemática Agrícola

Presentación

Para observar la realización de acciones del modelo propuesto, Espinosa y Arias, en el estudio "La Enseñanza y Desarrollo de Habilidades para Resolver Problemas de Bioestadística con Ingenieros Agrónomos" cita a Polya: "en la resolución de problemas, estas orientaciones, ordenamientos, acciones y micro acciones sugeridas por el modelo, si bien juegan un papel decisivo es imposible establecer todas las operaciones necesarias para resolver el problema, el orden preciso de las mismas, la relación entre ellas y las situaciones específicas e igualmente, debido a la enorme cantidad, naturaleza y carácter de la información que diariamente recibe un estudiante se hace necesario indicar ciertas formas de llegar a la solución, que orienten las acciones y micro acciones del estudiante " (Espinosa-A 2011).

Así el estudiante al incorporar tales instrucciones, mientras resuelve el problema, al diseñar la estrategia, planificar y ejecutar los pasos, al supervisar el proceso de resolución, comprobar el resultado, está incorporando las orientaciones, ordenamientos, acciones y micro acciones, sugerida por el modelo, y

El aspirante a IA al asistir a la educación superior enfrenta dos nuevos retos formativos, que representan cambios fundamentales en su nueva vida: el razonamiento de generalización y síntesis por un lado, y por otro el lenguaje de la ciencia; estas dos dificultades trazan una típica brecha que hay que salvar cuando se trata de salir exitoso de la carrera.

Para estudiosos de la enseñanza en Agronomía, esta brecha se relaciona con dificultades y carencias en el campo de las matemáticas aplicadas por el agrónomo, conocidas como Matemáticas Agrícolas; lo cual tiene que ver con consideraciones como las siguientes.

"Para las Universidades del país constituye un objetivo de primer orden la formación de un profesional integral y de perfil amplio, capaz de enfrentar con independencia y creatividad los constantes cambios del progreso científico, técnico y las demandas del entorno actual" (Ramos 2002); las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, agregan: "debido a la cambiante sociedad se requiere una formación integral que propicie el desarrollo personal para poder enfrentar la gran demanda que presenta la educación superior" (Unesco 2012).

La propuesta didáctica de innovación educativa basada en la enseñanza de las matemáticas con situaciones problémicas en contexto de Agronomía también recupera, incorpora y sistematiza resultados que se han validado de manera práctica, espontánea o por usos y costumbres, en el rol general de la "formación integral que propicie el desarrollo personal" produciendo una Matemática Agrícola, teórica, práctica y académicamente aceptable en la vida profesional del Agrónomo.

Con este marco, surge el esquema organizacional llamado ***Estructura de Matemáticas Agrícolas***, donde conceptos, procesos y definiciones se insertan y dan espacio a nuevos reacomodos, expresando su carácter no acabado y de una Matemática en movimiento.

Matemáticas agrícolas para el Ingeniero Agrónomo

La incorporación además de la bioestadística I y Diseño de Experimentos complementa el currículo del IA (Anexo 1 y tabla 1), hace posible rematar el razonamiento de variación y cambio inherentes a los procesos de optimización, volúmenes y movimiento de fluidos así como evaluación de áreas, ayudando a construir gráficas y funciones elementales que describen problemas agrícolas y fenómenos ecológicos, donde los movimientos cíclicos y de temporada están muy relacionados con la predicción y el azar.

Marco numérico y metodológico

Para lograr la formación de Ingenieros Agrónomos capaces de desplegar su actividad en la producción moderna se hace necesario organizar la preparación ininterrumpida de los estudiantes en el campo de las matemáticas, específicamente en la Modelación Matemática, entendida como el proceso mediante el cual un ingeniero o un investigador diseña y construye un modelo que representa un objeto o sistema real.

Es por todo lo descrito anteriormente que aseguramos la importancia que tiene el uso de los modelos en la formación del Ingeniero Agrónomo, para poder establecer relaciones entre variables, analizar comportamiento de funciones, describir un fenómeno conocido o por establecerse, llegar a resultados en términos cuantitativos y cualitativos, tomar decisiones y seleccionar alternativas de solución más adecuadas. "El trabajo profesional en la esfera agrícola no está exento del desarrollo matemático alcanzado mundialmente, su aplicación a problemas biotecnológicos, la aplicación de técnicas de simulación, entre otros, así lo confirman" (Ortega 2012).

Es de gran importancia que los estudiantes de agronomía relacionen los procesos químicos, físicos, biológicos y sociales que ocurren en el agrosistema, reconozcan las especies y variedades de plantas y animales presentes, con preceptos de conservación y protección y construyan modelos matemáticos simples con el auxilio de la computación como herramienta.

tabla 2

Algunos "núcleos básicos" de la Matemática y las disciplinas en las cuales hay incidencias atendiendo a las Necesidades y requerimientos matemáticos del Ingeniero Agrónomo (Ortega , 2012)

Núcleos Básicos	Disciplinas de la especialidad:
Funciones	Física, Química, Riego y Drenaje y Biología
Algebra Lineal	Física, Química, Riego y Drenaje
Geometría Analítica	Riego y Drenaje, Física
Calculo diferencial e integral	Física, Química, Biología, Riego y Drenaje, Mecanización Agropecuaria, Producción Agrícola, Fitotécnia General.
Ecuaciones diferenciales.	Zootécnia General, Fitotécnia General, Química, Biología, Física

Modelos, con relación a la tabla 2, de más frecuente uso en agronomía:

- Cálculo del PH de los suelos conociendo la concentración de Hidronio.
- En Química por su importancia en el estudio de característica de los suelos así como el proceso inverso *(funciones).*
- Curvas de respuesta *(funciones).*

- La relación entre los incrementos del rendimiento de los cultivos y el nutriente con que son abonados se denomina curva de respuesta al fertilizante. La ley de los aumentos decrecientes donde el incremento del rendimiento esperado para cada sucesiva adición de nutriente, va siendo cada vez menor.

  Entre las curvas de respuesta a los fertilizantes comúnmente usadas está la *Ecuación de crecimiento de MITSCHERLICH (*Mitscherlich, 1909)

$$y = y_0 + d(1\text{-}10^{-kx})$$ Donde

y- rendimiento correspondiente a la aplicación de x unidades de nutrientes.

y_0- rendimiento obtenido sin adición de nutriente.

x- nivel de fertilización.

d- respuesta limitada

k- medida de ajuste de la curva de respuesta.

Este modelo tiene un alto nivel de generalización al considerar la componente $y_{o,}$ rendimiento inicial sin aplicación de fertilizantes y la asíntota para niveles normalmente altos de fertilización presentan comportamientos gráficos como la figura 5.

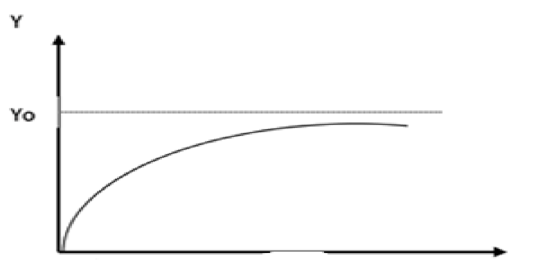


figura 5 (Ortega, 2012)

- Dos Parcelas de la misma clase de tierra, pero una horizontal y otra a media ladera, que tengan ambas la misma superficie agraria, tienen la misma capacidad productiva. La importancia de los surcos teniendo en cuenta las curvas de nivel es proteger los cultivos de la erosión de los suelos producto de las lluvias *(Geometría Analítica y topometría)* (Otero, http).
- Cálculo de la dosis óptima de fertilizantes basado en modelos continuos de respuesta. *(Cálculo Diferencial e Integral).* (R-Thomas 1990; Santos 2010).
- Condición de máxima eficiencia en la sección transversal de un canal con la misma

inclinación de taludes *(Cálculo Diferencial e Integral).* (Guevara 2012)

- Condición de mínima filtración en la sección transversal de un canal con la misma inclinación de taludes *(Cálculo Diferencial e Integral).*(Guevara)
- Para calcular área de terrenos de forma irregular a partir de mediciones en el campo *(Cálculo Diferencial e Integral).*(Otero, http).
- Cálculo del índice de crecimiento de una planta *(Cálculo Diferencial e Integral).*
- Velocidad de infiltración, el conocimiento de la permeabilidad de los suelos es de importancia primordial en el establecimiento de la técnica de riego. *(Cálculo Diferencial e Integral)* : $V_t = \frac{V_1}{t^n}$ Fórmula establecida por A. N. Kostiakov en 1932 mediante investigaciones teóricas y experimentales para conocer la lámina de agua acumulada h_t y determinado tiempo de infiltración (Kostiakov, A.N. 2012)

$$h_t = \int_0^t V(t)\,dt = \int_0^t V_1 t^{-n}\,dt = \frac{V_1}{1-n} t^{1-n}$$

$$\text{pero } \frac{V_1}{1-n} = V_0 \quad \text{Luego } h_t = V_0 t^{1-n}$$

Con V_0 como la velocidad media de infiltración en la primera unidad de tiempo.

De donde, la velocidad media de infiltración $Vm = \frac{h_t}{t} = \frac{V_0 t t^{-n}}{t} = V_o t^{-n}$

- Dinámica de crecimiento de una población *(Cálculo Diferencial)*

Tomados estos ejemplos de la infinidad de modelos matemáticos que institucionalizados o no, contribuyen a retejer la larga trenza de aplicaciones de la matemática agrícola, reflejan mediante expresiones matemáticas un proceso natural, brindando al estudiante la posibilidad de modelar, resolver e interpretar una solución, así como desarrollar las habilidades del pensamiento lógico que propicien volver al entorno de su actividad y objeto de su investigación inicial. El anexo dos, retoma este concepto para establecer la analogía con respecto al ciclo vital del árbol de las matemáticas agrícolas.

La continuidad en el estudio de estos procesos durante los años de la carrera contribuye a erradicar de la mente de alumnos, y también de profesores y profesionales del ramo, la idea de la poca o nula necesidad de la matemática en la formación del agrónomo, abonando así al proceso de formación integral y las competencias profesionales del IA.

Conociendo la utilidad de las matemáticas agrícolas y aun aceptando que no son la parte más fácil de las actividades científicas del agrónomo, podemos decir que "¡ninguna actividad realmente interesante lo es, pero las matemáticas no son inaccesibles, y el entenderlas produce un gozo difícil de describir!" (Prieto-R, 2011).

Lenguaje de las Matemáticas Agrícolas

La Agronomía o Ingeniería Agronómica es una ciencia que por excelencia hace uso del lenguaje matemático para plantear y resolver cuestionamientos al interior de las ciencias agropecuarias, la escritura de los fenómenos en forma simple en lenguaje matemático álgebra, funciones, gráficas, tablas y correlaciones diversas, abona infinitamente en el trabajo del agrónomo de conocer el entorno y proponer soluciones.

Además la misma Agronomía influye en la propia matemática planteando nuevos problemas y generando nuevos resultados empíricos y conceptos científicos, en este ambiente de dualidad, Matemática Agrícola y Ciencia Matemática interactúan complementándose.

El lenguaje de matemáticas agrícolas, deviene del doble insumo: parte estructural de las matemáticas básicas y constructos específicos de Agronomía; ordena y sistematiza en forma verbal o escrita los procesos de pensamiento lógico, cuando plantea y resuelve problemas, así como definiciones propias elaboradas por el mismo agrónomo y sus instituciones.

Solución de problemas

El estudio de problemas significativos buscando el marco de competencias en la práctica del ingeniero agrónomo, obliga de una manera natural a descubrir un profesional con una propuesta de solución, total o aproximada, en cada uno de los escenarios problémicos.

Consideramos la definición moderna de problemática agrícola como los problemas agrícolas y ganaderos, de siembra, cultivo y poscosecha, reproducción, cría, alimentación y comercialización de ganado y beneficio del mismo, Geodesia, Agrimensura, agroinsumos, agroquímicos, ciencias del suelo, Genética, Biotecnología, Topografía, Hidráulica y sistemas de riego, Ecología, Biología y tratamiento de enfermedades y crecimiento animal y vegetal,

Lo cual reteje una larga trenza de aplicaciones en Agronomía, cuyos elementos trascienden más allá todavía, a situaciones de estudio más formales y armonizados, que comparte con el resto de las ingenierías donde funciones y variables son de múltiple representación, ejemplo el costo en la producción de maíz que es interiorizado, como una función de múltiples variables en preparación de terreno, siembra, riego, cosecha y gastos varios.

Los cuatro cursos del campo de las matemáticas del plan de IA, presentes en esta dinámica, son como una estructura actuante, conciliadora, enlazadora e interactiva entre escenarios problémicos de las múltiples disciplinas del programa, se recombinan y acoplan al ritmo de la currícula de la carrera (Anexo 1), con orientación a la formación cultural integral y competencia profesional del IA.

Matemáticas Agrícolas y la Informática y Comunicación

Para el IA, el hilo conector de su actividad es resolver problemas, para Castillo S: “el agrónomo no termina de resolver su problema hasta no verlo comunicado dentro y fuera de las aulas y laboratorios, en las instituciones y con usuarios de su disciplina, donde se generan soluciones y se cultiva dicho conocimiento” (Castillo 2008).

La Matemática Agrícola contemporánea no se puede concebir sin el contexto de un elemento nuevo e interdisciplinar como lo es el de las TIC. Estas “nuevas tecnologías”, han llenado un gran faltante, de tal manera que el nuevo IA, del siglo XXI ha visto la utilidad que representa esta herramienta para resolver y ordenar problemas prácticos propuestos. Las TIC han resultado de gran beneficio tanto en autodidactismo como en estudios paralelos, laterales y de posgrado en agrociencias donde el camino de matemáticas agrícolas es auxiliado por las TIC.

Observamos por último que el constructo Matemática Agrícola, surge recientemente, donde las propuestas didácticas se vienen conjugando cuando de enseñar matemáticas se trata, debido a dos elementos detonantes: el primero es el desarrollo global de los marcos teóricos en didáctica, los que son encaminados hacia propuestas eminentemente antropológicas y socioculturales, como lo es en México la Universidad Autónoma de Champingo; el segundo elemento es la creciente necesidad didáctica de la sociedad en su evolución cultural y social. Ejemplo de ello, las universidades estadounidenses a principios del siglo pasado legislan creando un "currículo integral en educación agrícola" (Agricultural Educational & Search 2012) donde "el pensamiento crítico y la habilidad de resolver problemas" forma parte de su propuesta disciplinar para Ingenieros Agrónomos. "Esta evolución global ayuda por un lado a situar las instituciones y la cultura y por otro, pone el acento en la semiótica del trabajo matemático" (Díaz 2006).

Los cuatro cursos del campo de las matemáticas del plan de IA, presentes en esta dinámica: Los conceptos, algoritmos y procesos básicos contenidos en el plan de estudios, hicieron posible construir la metáfora del Árbol Interactivo de las Matemáticas Agrícolas (Anexo2) el cual juega un papel importante cuando el alumno adquiere la opinión sobre su propia actividad matemática escolar.

Anexo 3 Árbol Interactivo de Matemáticas Agrícolas

El Árbol Interactivo de Matemáticas Agrícolas tiene su origen en el estudio sobre una larga trenza de aplicaciones matemáticas en Agronomía, donde el hilo conductor son constructos de Matemáticas básicas (Cálculo y Estadística) del tronco común de las ingenierías, aplicadas a problemas que resuelven estudiantes y maestros del DAGUS. con sus variantes en Álgebra, Geometría, Trigonometría, Estadística descriptiva e inferencial; donde el largo andamiaje que lo sustenta es el entreverado conjunto de situaciones problémicas unido con procesos de pensamiento para resolver problemas en contexto. Razonamiento simple y un algoritmo simple de la Matemática básica, con una calculadora o bien un ordenador apropiado.

El Árbol Interactivo de Matemáticas Agrícolas también destaca un lenguaje particular de usos y costumbres en un sector especifico de usuarios que históricamente ha adolecido del mensaje de utilidad de las matemáticas y si en cambio ha sufrido el mal trato, formal, impersonal, de ciencia fría que no admite negociación, de la Matemática modernista del siglo pasado, que aparentaba estar por encima del lado humano del científico.

A.3.1 Roca madre, cimentación, base y sostén del Árbol de las Matemática Agrícolas

Es el estudio de problemas significativos en la práctica competente del ingeniero agrónomo; lo obliga de una manera natural a descubrir una propuesta de solución, total o aproximada, a cada situación problémica agrícola. Incluye problemas concernientes a escenarios agrícola, ganadero de comercialización y poscosecha

Consideramos la definición moderna de *problemática agrícola* tanto los problemas de la tierra y sus cultivos, conservación poscosecha y comercialización, así como lo correspondiente al manejo ganadero, reproducción, cría, alimentación, comercialización y beneficio del mismo; y paralelamente, geodesia (agrimensura), agroinsumos, agroquímicos, ciencias del suelo, genética, biotecnología, topografía, hidráulica, sistemas de riego, etc.

A.3.2 Sustrato Sedimentario: nutrientes del Árbol de las Matemáticas Agrícolas

Este espacio está dedicado a la identificación del "subsuelo" representado por el pensamiento, razonamiento y conocimientos pretéritos con que el estudiante se aboca al estudio del campo de las matemáticas agrícola al llegar a la universidad, y se refiere a la información cultural general, creencias y entrenamiento de pensamiento adquiridos a lo largo de sus 12 años de escolaridad preuniversitaria, incluyendo la práctica de procesos de pensamiento, de razonamiento plausible, de inducción y deducción que el individuo utiliza en escenarios de pensamiento donde se estructura un orden de razonamiento más complejo para llegar a una conclusión.

Esta actividad abstracta, la más madura de las actividades de pensamiento alcanzada en los años 18 a los 21 de vida, para Piaget es la Etapa de las operaciones formales aprece a partir de 11 años adelante (Piaget, 1950)**,** prepara al aprendiz de IA, fertiliza el terreno mental y propicia el crecimiento del árbol de las Matemáticas Agrícolas en su cerebro y las competencias profesionales en su actividad práctica. De esta manera por ejemplo, el costo de producción del maíz, se interioriza, como una función de múltiples variables tales como erogaciones para preparación de terreno, siembra, riego, cosecha, etc.

A.3.3 Tallo y arborescencia del Árbol de las Matemáticas Agrícolas

Cara externa. Considerando la existencia del sustrato anterior, necesario para que fructifique el cálculo, el Álgebra lineal, la Trigonometría, las Geometrías uno dos y tres dimensiones, la esférica y la Geometría analítica así como la Estadística y cultivo y crecimiento de las nuevas tecnologías en el aula, en el laboratorio, en las prácticas de campo y el uso de estas NTIC para la propia información y comunicación de resultados a la comunidad, es como emerge dentro del currículo de las universidades agrícolas un nuevo campo, el campo de las Matemáticas básicas aplicadas a las ciencias agropecuarias que podemos llamar sucintamente Matemáticas Agrícolas.

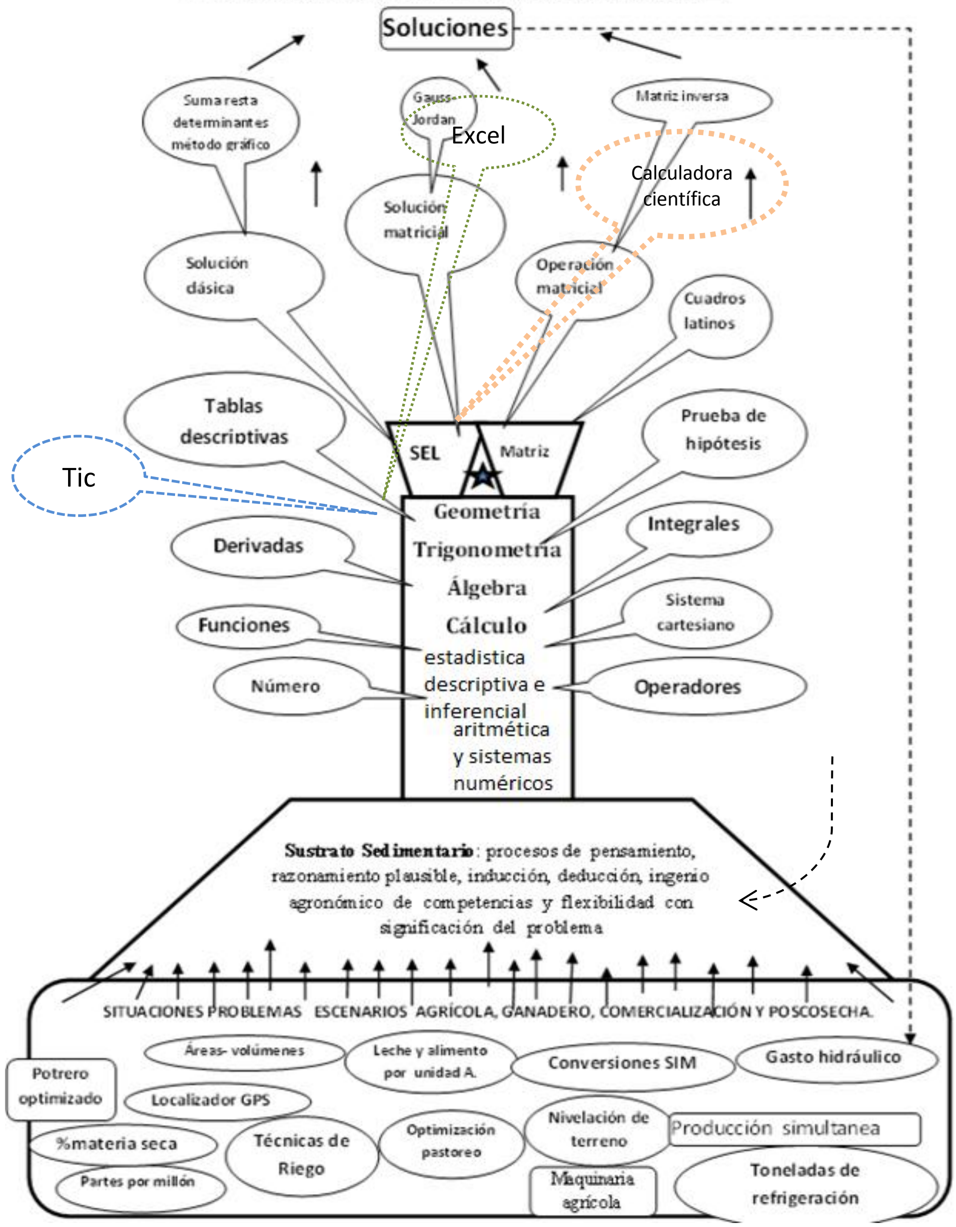
Esta llamada “arborescencia” y entretejido del árbol de las matemáticas agrícolas, se observa, y es la cara de presentación del árbol, como una estructura doméstica sostenida por una secuencia metodológica y un orden de los procesos de pensamiento abundantes de conceptos y técnicas que se nutren de conocimientos básicos de las materias del tronco común, cuya dinámica vital está orientada a plantear y resolver problemas.

A.3.4 Fruto del Árbol de las Matemáticas Agrícolas

Son las soluciones, resultado de aquella actitud de plantear y resolver problemas emergentes de la aplicación del campo de las matemáticas básicas a la problemática existente, para regresar después y fortalecer cada vez más la competencia del agrónomo en su actividad transformadora sobre problemas específicos de los distintos escenarios agrícolas.

El campo de las matemáticas agrícolas pone en marcha una estructura adinámica actuante en escenarios problémicos de múltiples disciplinas, como son la biología, botánica, física, química, derivadas e integrales, topografía, climatología y meteorología, fruticultura, silvicultura, maquinaria agrícola y mejoramiento genético de las especies, estadística y diseño de experimentos. Esta estructura la encontramos en el programa académico I.A. del DAG-UNISON. Donde se establece la matemática para solucionar problemas, formación cultural y competencias profesionales del ingeniero agrónomo

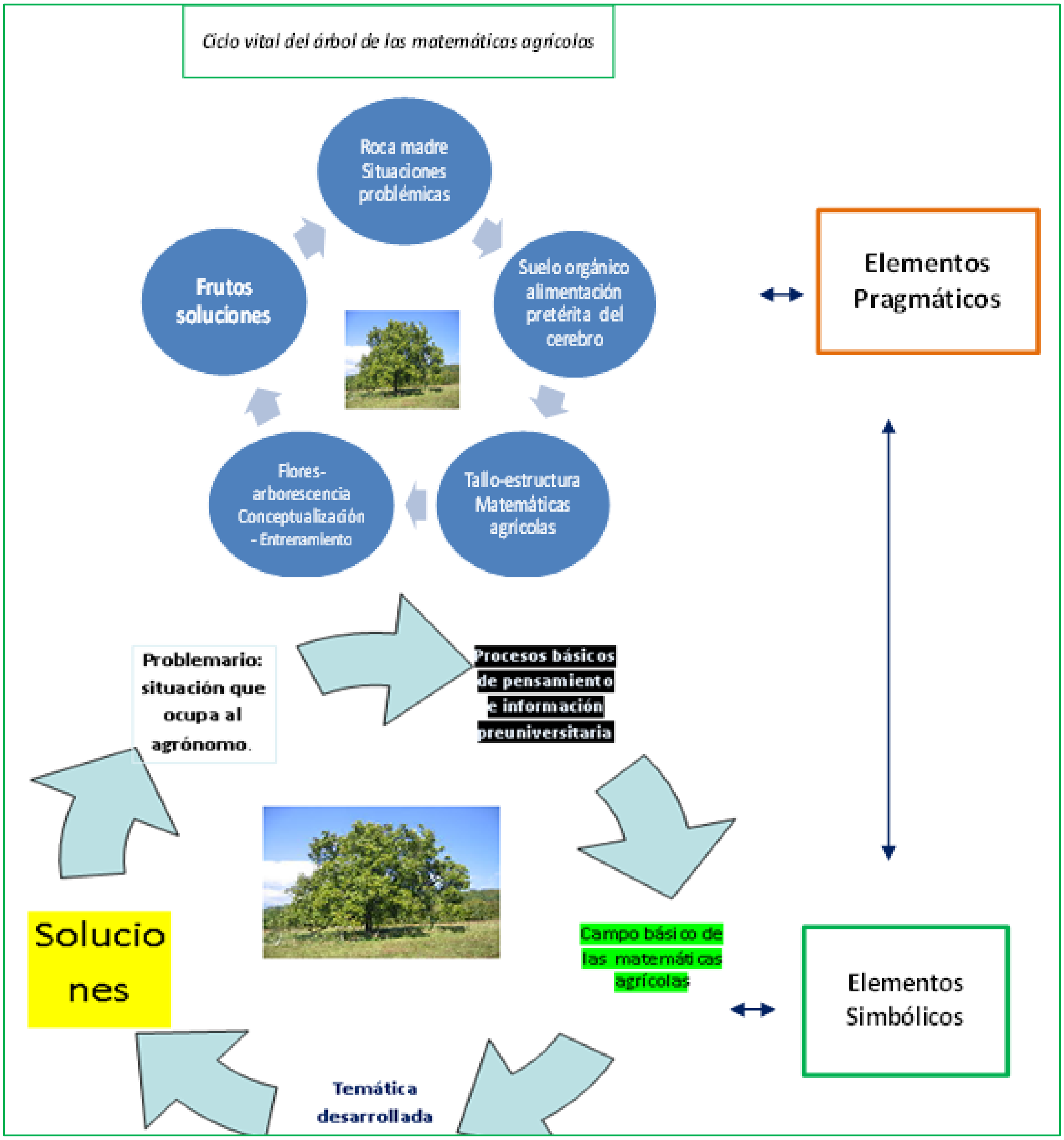
ANEXO
ÁRBOL INTERACTIVO DE MATEMÁTICAS AGRÍCOLAS



A.3.5 Ciclo vital del Árbol de las Matemáticas Agrícolas

De esta manera se establece el ciclo completo a partir de las situaciones problémicas que motivan el uso de información, razonamiento plausible y procesos iniciales de reflexión e inspiración del ingenio del Ingeniero Agrónomo, lo que lleva al naciente profesionista, de una manera natural, al estudio y aprovechamiento del campo de las matemáticas básicas que forma el tronco común de la arborescencia, la cual dará resultados en los frutos, que son las soluciones buscadas.

El último salto cualitativo es regresar, con más experiencia y capacidad, a la producción y transformación del medio ambiente, retomando nuevas problemáticas donde crece, desarrolla y fortalece el elemento raíz y la razón de ser del I.A, que es la habilidad de resolver problemas.



Ciclo vital del árbol de las matemáticas agrícolas
Roca madre Situaciones problémicas
Suelo orgánico alimentación pretérita del cerebro
Tallo-estructura Matemáticas agrícolas
Flores-arborescencia Conceptualización - Entrenamiento
Frutos soluciones
Elementos Pragmáticos
Problemario: situación que ocupa al agrónomo.
Procesos básicos de pensamiento e información preuniversitaria
Campo básico de las matemáticas agrícolas
Elementos Simbólicos
Temática desarrollada
Soluciones

Anexo 4 Lluvia de ideas para el Taller de Razonamiento Plausible en Matemáticas Agrícolas

A.4.1 Analizar el enunciado

1. Leer cuidadosamente.

2. ¿Cuáles son los elementos del problema que más te han llamado la atención?

3. ¿Comprender todas las palabras del enunciado del problema?

4. ¿Se relaciona con algún concepto, disciplina, experiencia o situación anterior?

5. ¿Puedes expresar de qué trata el problema?

6. Repetir la lectura del enunciado del problema, para comprenderlo, precisar los elementos del mismo que te generan dificultad en su comprensión.

7. ¿Qué se pide hallar? ¿Cuál es la tarea? ¿Se trata de obtener una cosa o varias?

8. ¿Qué datos puedes extraer del problema?

9. ¿Consideras que los datos del problema son suficientes para resolverlo?

10. ¿Existe alguna relación entre estos datos?

11. ¿Puedes representar estos datos o la situación que se te presenta a través de un gráfico, tabla, etc., que te ayude a resolverlo?

12. ¿Consideras que necesitas para resolver el problema algún dato que no aparece?

13. ¿Qué conocimientos matemáticos o de otras disciplinas crees convenientes para resolver el problema?

14. ¿Conoces algún algoritmo o estrategia para resolver el problema?

15. Por último, piensa de otra forma o escribe de otra forma el problema, para facilitar la comprensión.

A.4.2 Generar y diseñar el plan

1. Analizado el problema, ¿Consideras qué puedes resolverlo?

2. ¿Has resuelto este problema o alguno muy similar con anterioridad?

3. ¿Podrías determinar de qué tipo de los estudiados es este problema?

4. ¿Qué semejanza puedes establecer entre ellos? ¿Te puede servir esta relación?

5. De las partes que consideras más fáciles. ¿Podrías resolver alguna parte intermedia?

6. Trata de representarte una situación similar a la del problema para posibilitar alguna idea hacia la solución o trata si es posible de expresarla numéricamente y retoma las ideas gráficas.

7. Todos estos elementos analizados con profundidad, en ocasiones pueden sugerir un camino de solución.

8. ¿Conoces un teorema, fórmula, propiedad, algoritmo o ley que relacione los datos?

9. Recorre las ideas del problema retrospectivamente, trata de hacer un esquema en busca de alguna idea.

10. Si llegas a concluir que no puedes resolver el problema, puedes probar un nuevo intento de resolución; si concluyes que los datos o situación del problema son contradictorios, carentes de sentido o difíciles de comprender y que está fuera de tus posibilidades resolverlo, recurre a algún compañero, material didáctico, libro de texto o al profesor en busca de orientación. Tomadas las recomendaciones, puedes comparar tus limitaciones con las sugerencias reveladas.

A.4.3 Valorar y ejecutar el plan

1. Antes de iniciar la resolución del problema, revisa nuevamente los datos, las unidades involucradas, los conceptos, ideas, estrategias y el modelo que aplicarás. Trata de superar las dificultades que puedan aparecer.

2. Si te encuentras alguna dificultad, regresa al principio de la situación, rectifica los posibles errores e intenta de nuevo.

3. Si te encuentras con situaciones muy difíciles, valora una vía alterna de solución, o si se requiere busca datos adicionales para continuar.

4. Si consideras terminada la tarea de solución del problema, revisa nuevamente los elementos considerados en la solución, antes de pasar a validar la respuesta obtenida.

A.4.4 Revisar- evaluar la ejecución

1. Cuando consideres concluido el problema, nunca te plantees definitivamente que todo está correcto. Recorre antes todo el proceso, cerciorándote paso a paso de que no cometiste errores.

2. Escribe ordenadamente y con claridad todo el proceso de resolución seguido, destaca entre cuadros o subraya lo que consideres más importante, partiendo del enunciado comprueba que la respuesta obtenida es la que se te pide.

3. Valora si la solución del problema es lógicamente posible, es decir, si tiene sentido en el contexto del problema.

4. Añade a la solución del problema una explicación literal, verbal, breve en español que indique lo que has hallado.

5. Valora si es posible obtener otro resultado o solución, si se puede resolver de otra forma o con un enfoque más general.

6. Intenta explicar el problema a otra persona.

7. Utiliza la experiencia y conocimientos adquiridos en el planteamiento y solución de tu nuevo problema.

A.4.5 Ver atrás, revalorar estrategia y actitud

1. Nunca olvidar comparar el problema con uno ya visto.

2. Trata de no caer en la trampa del principiante al usar datos sin ningún análisis previo.

3. Recuerda siempre el análisis dimensional, el Sistema Métrico Decimal (SMD), el S.M. Ingles (SMI) y el S. Internacional de Unidades (SIU o SI).

4. Desde la fase inicial visualiza mentalmente o por escrito ideas que te relacionan con el escenario de trabajo donde se encuentra el problema.

5. Usa todas las sugerencias que te da el problema y su contexto.

6. Aprovecha las estrategias de ensayo-error, tanteo, usos y costumbre, las que sabe el vaquero, el tractorista o cualquier persona que está en contacto directo con el problema.

7. Ve poniendo a prueba, a cada paso del proceso de la estrategia que elegiste como mejor.

8. Expresa comentarios literales que ilustren mejor tus algoritmos de resolución.

9. No te des por vencid@ fácilmente.

10. Solución en mano, trata siempre de dar tu punto de vista ante la situación problemática analizada, como si dieras una mirada retrospectiva amarrando y enlazando tu propuesta para una solución final.

Anexo 5 Problemas propuestos

Esta sección de problemas contextualizados puestos a discusión en ambos cursos para generar el interés de aplicación del plan propuesto, pueden transformarse en ejercicios rutinarios.

1.- Calcular el número de hectáreas (ha) de una superficie cuadrada si un lado mide 44.56 yardas a).- Usando geometría elemental b).- Usando integración.

2.- Calcular cuántas ha hay en un rectángulo, tal que el lado mayor es el doble del lado menor y sumados dan 599 m. a).- Usando geometría elemental b).- Usando integración.

3.- Obtener el área del espejo del agua de la laguna de oxidación, cuya figura es un cono truncado, cuando el líquido tiene una profundidad tal que el radio mide 2.47 m.

4.- Calcular el número de ha de una superficie cuadrada si la ecuación de la diagonal es $f(x) = X$, los límites de este terreno son las calle cero y la 3.5. i) Método de la integral, ii) Método de la sumatoria de áreas. iii) (opcional) ¿hay otro método?

5.- Calcular el número de ha de una superficie rectangular si la ecuación de la diagonal es $f(x) = 3x + 2$, los límites de este terreno son las calles kilómetro 2 y kilómetro 7.5. i) Método de la integral, ii) Método de la sumatoria de áreas. iii) (opcional) ¿hay otro método?

6.- Calcular el número de unidades cuadradas de la superficie limitada con la curva $f(x) = 3x^2 + 2x - 5$, y en la gráfica el eje x y las rectas $x_1 = 2.8$ y $x_2 = 6.4$, i) Método de la integral, ii) Método de sumatoria de áreas. iii) (opcional) ¿hay algún otro método que puedas comentar?

7.- La institución propone al Ingeniero Agrónomo Jesús, responsable encargado del manejo, ordeña y alimentación del hato lechero Nueva Zelanda del campo, construir un potrero rectangular que limite con la cortina natural previamente preparada en una de las fronteras rectas del campo agrícola, de tal manera que no requiere cerca a lo largo de dicha frontera. ¿Cuáles son las dimensiones del potrero de mayor área posible, si sólo se cuenta con 500m de hilo electrizable?

8.-En un canal abierto de área transversal trapezoidal, con 1.50m en el espejo del agua, tirante (profundidad) de .5m, plantilla (o fondo) de .5m, turbulencia despreciable y fluyendo a una velocidad constante en el punto observado, donde la pendiente natural es en promedio .007 del terreno del campo experimental. Problema: calcula el volumen almacenado en un tramo de 33.3m

9.-Para un tubo de conducción hidráulica, con área transversal circular de radio $R = 12.5cm$, longitud del tramo cilíndrico en observación $L = 2.54m$, la presión del fluido al momento de entrar al tramo en observación es, P_1 de $0.12kg_f cm^2$, con una oposición de $P_2 = 0.01kg_f \ por \ cm^2$. Pregunta: Dibujar en un plano bidimensional, el perfil de velocidades del fluido hidráulico. Considera una turbulencia despreciable y velocidades constantes en el tramo cilíndrico observado, este es un fluido hidráulico newtoniano que produce un flujo laminar en esta tubería cilíndrica. La viscosidad μ, del agua en estas condiciones de presión y temperatura del campo es de $10.019mPas^{-1}$. Tips. Para la construcción de los perfiles de velocidad utiliza la fórmula para calcular velocidades axiales.

10.-En San Luis Rio Colorado Sonora la Organización Bustamante Parra y Asociados, produce cebollín y diversas hortalizas en un suelo desértico arenoso reforzado con fertilizantes, composta y guano animal. Los estudiantes de la escuela de agricultura de la Universidad de Sonora, al visitar dicho sitio y descubrir que son 25 sistemas de riego por aspersión de pivote central los utilizados para el riego, se preguntaron: ¿Cuántas hectáreas en total cultivan si el radio de cada sistema es de 350m? Además se observa un área especial de manejo, sin regar, que se forma con el espacio sobrante del cuadrado donde cada sistema opera, considerando que cada cuadrado tiene por lado dos radios de longitud del sistema. ¿Cuánto mide esta área de manejo? Se preguntaron también por el gasto del pozo requerido para el primer riego, si son 3.75cm de lámina de riego.

11.- En el predio San Miguel de Horcasitas, con un sistema de riego por aspersión de avance frontal, Don Ángel Morales riega una parcela grande sembrada con alfalfa forrajera, siempre se pregunta si su sistema equipado con una llanta de 157 cm de radio da 57 revoluciones por cada toma de agua y conociendo que la nave cubre 85m transversalmente en su avance frontal 1)¿cuánto terreno moja por sección, de toma a toma? y si en total tiene 7 secciones, ¿cuánta área finalmente se riega? 2) También se pregunta si su tacuachadora, corta, empaca y amarra 35 pacas por cada tercio de ha, ¿cuántas pacas levanta en cada corte? 3) Los resultados anteriores le interesan porque el precio actual de venta es tres veces que el año pasado, cuando comercializó a solo $203.00 por cada paca, ¿si las vendiera todas, se pregunta, cuántos miles de pesos llevaré al banco? 4) Don Ángel no las tiene todas de su lado, también debe invertir en el negocio, tan sólo el mantenimiento de su sistema de riego le exige 4 mil pesos por cada corte, y un costo más en empleados, agua, gasolina, lo que suma un total de 17 mil pesos; medita, sentado y mirando el campo verde, bonito y oloroso: ¿Será negocio este asunto de sembrar, cosechar y vender alfalfa empacada?

12.-El grupo z de zootecnia, se da a la tarea de construir pequeños potreros de mantenimiento, manejo, maternidad y engorda para un montón de cabras adquiridas al inicio del semestre, el terreno rectangular disponible son 16 ha para construir 14 corrales de la misma forma y de igual área, cubriendo la superficie total. Pregunta. Para economizar un poco: ¿Cuántos metros son el mínimo de maya ciclónica necesaria?

13.-Las cabras lecheras alimentadas bajo estabulación, son muy especiales, cada una requiere de $6m^2$ de espacio para vivir, y un tercio de metro en el comedero. Nuestros amigos, estudiantes de zootecnia, expusieron a su Ingeniero Agrónomo tutor-asesor la preocupación por saber la cantidad a desembolsar para armar un nuevo proyecto, pues tiene el terreno suficiente y 252 cabras dando leche, si los constructores de corrales le cobran \$220.00 por metro cuadrado incluyendo los cálculo de optimización de áreas, la cerca tubular estándar para corral de cabras, las puertas y a lo que se debe sumar una cantidad extra correspondiente a los comederos de cerámica necesarios, de longitud 2m y un costo de \$1500.00 cada uno, con un regalo de 2 de ellos por cada 8 comprados. ¿Cuánto desembolsarán los estudiantes zootecnistas para iniciar el negocio?

14.-De un pastizal, se escoge un rectángulo de superficie total de 4 ha, construir 5 potreros rectangulares de máxima área. Preguntas y sugerencias: ¿Cual es el perímetro mínimo que se puede emplear? ¿Cuáles son, en este caso, las medidas de los potreros? utiliza tablas, gráficas y derivada.

15.- Dibujar una figura que represente un canal de sección transversal trapezoidal, con plantilla (fondo) de .25 m, el tirante (profundidad) de .33 m y la longitud transversal del espejo del agua (ancho del canal) 1.34 m. Acciones: a) dibujar lo más detallado posible el canal. b).- calcula el área transversal del canal. c).- ¿cuánto mide el ángulo de inclinación del talud y d).- Valor en cm de la longitud de esta lateral transversal de la pared mojada del canal. e).- ¿qué número representa la pendiente del talud?

16.- Problema. Tabular, graficar y derivar las siguientes funciones, escogiendo dominio y unidades adecuadas para la variable.

$f_1(x) = \log X\,,\ f_2(x) = \ln X\,,\ f_3(x) = e^{2x},\ f_4(x) = 3^{2x},\ f_5(x) = 25sen\,X,$

$f_6(x) = sen2x, f_7(x) = cosX, g_1(x) = -3cosX, g_2(x) = 5log5X, g_3(x) = 3lnX$

$$g_4(x) = 3e^{3x},\ g_5(x) = -4sen\,X,\ g_6(x) = 2\cos X$$

17.- Del observatorio Pluviométrico del campo experimental agrícola y ganadero del Dag-Unison, km 21 Carretera Hermosillo-Bahía de Kino, reportaron al laboratorio de matemáticas agrícolas del programa de I.A. la siguiente tabla, donde la primera columna representa centímetros de precipitación pluvial, la segunda representa miligramos de monóxido de carbono encontrados en la muestra ese día. ¿Calcular cuantos miligramos de carbono se esperan en el sitio para el día en que la precipitación se pronostica en 3.66 cm? **tip. Construir recta de predicción**

1.3	3.6
1.8	6.7
1.5	4.8
1.6	5.7
1.6	5.5
1.4	3.6
1.9	8.4
2.0	10.0
1.1	2.3

18.-La institución propone al Ingeniero Agrónomo Jesús, responsable encargado del manejo, ordeña y alimentación del hato lechero Nueva Zelanda del campo, construir un potrero rectangular que limite con la cortina natural previamente preparada en una de las fronteras rectas del campo agrícola, de tal manera que no requiere cerca a lo largo de dicha frontera. Pregunta. En estas condiciones ¿Cuáles son las dimensiones del terreno de mayor área posible, si sólo se cuenta con 743 m de hilo electrizable?

19.- Se desea calcular el volumen de gasolina trasvasado por una nodriza al tanque cilíndrico circular recto horizontal del taller de maquinaria agrícola, ¿Cuántos litros fueron depositados si la altura alcanzada por el liquido es de .95m? Sabemos que el tanque tiene un radio de 135cm y una longitud de 4.55m.

20.- La laguna de oxidación se ha construido a partir de una excavación con respecto a la horizontal, se desea calcular el volumen de tierra removida y el volumen total de la laguna sabiendo que el área transversal del bordo construido alrededor de la excavación es de una forma trapezoidal con las siguientes medidas: altura 1.23m, base mayor 4.56m y la base menor de 3.78m. Así mismo se conoce que la circunferencia menor del cono truncado tiene un radio de 17.5 m.

21.- El represo de la entrada al campo del DAG-UNISON se ha construido a partir de una excavación con respecto a la horizontal, se desea calcular el volumen de tierra removida si el extremo interior de la base del bordo semicircular de contención del agua, sigue la circunferencia de un semicírculo de radio 30m, sabiendo además que el área transversal del bordo es una figura trapezoidal con las siguientes medidas: altura 1.23m, base mayor 4.56m y la base menor es de 3.78m.

22.- Construir un bebedero en forma de un paralelepípedo en el corral del ganado, sin tapa, de tal manera que se contenga el máximo volumen, a partir de una lámina rectangular inoxidable cuyas medidas son 3.5 m lado mayor y 2.53m de lado menor.

Anexo 6 Encuestas y Entrevista

Dos momentos constituidos por sendas encuestas y entrevistas fueron muy importantes para nuestro trabajo. El primer momento de resultados matiza definitivamente el inicio en firme de la propuesta y el segundo momento lo formaron las encuestas finales con elementos resultantes para armar las conclusiones, evaluaciones y estimar el complimiento de objetivos.

A.6.1 Encuestas y entrevistas con estudiantes

- **Primera exploración**

Guía para la primera encuesta sobre las opiniones de estudiantes acerca de matemáticas aplicadas en agronomía y matemáticas curriculares en el programa de I.A. del DAG-UNISON. Mayo de 2008.

Estimado estudiante de Agricultura y Ganadería.

La Universidad de Sonora a través del Departamento de Matemáticas y la Maestría en Ciencias con Especialidad en Matemática Educativa de la División de Ciencias Exactas y Naturales, agradece de antemano tu esfuerzo para responder las siguientes preguntas.

1.- A juzgar por los varios semestres que le he dedicado a esta carrera creo que el uso de las Matemáticas en mi campo de actividades como estudiante:

a) es escaso. b) nunca se da.

c) es de alta frecuencia de aparición. d) ninguna de las anteriores.

2.- Al ejercer como Ingeniero Agrónomo el uso de las Matemáticas como una herramienta de trabajo:

a) tendrá muchas aplicaciones.

b) no tendrá ninguna aplicación.

c) rara vez la aplicaré.

d) nadie la conoce allá afuera. e) ninguna de las anteriores

3.- Los cursos de Matemáticas que he llevado hasta hoy en la carrera

a) me agradaron.

b) no me agradaron.

c) me fueron indiferentes.

d) mejor y que nunca los programaran. e) ninguna de las anteriores.

4.- Los curso de Matemáticas que he llevado hasta hoy en la carrera son

a) útiles de vez en cuando

b) inútiles totalmente

c) los necesitaré en cada área de mi trabajo. e) ninguna de las anteriores.

5.- Si en algún caso elegiste "ninguna de las anteriores" ¿Nos podrías ayudar un poco escribiendo un párrafo o un renglón a manera de observación, inquietud o sugerencia al respecto del tema?

R..

6.- Por último, nos dará mucho gusto si nos puedes ayudar planteando de una manera rápida, un problema resuelto o no, donde se involucren pensamientos, algoritmos, operaciones, fórmulas, definición o algún elemento que sea o parezca Matemáticas.

R...

Muchas gracias has sido muy amable.

- **Segunda exploración**

Guía para la última encuesta sobre opiniones de los estudiantes acerca de la puesta en marcha de la experiencia didáctica en el aprendizaje de Matemáticas con enseñanza problémica en el programa de I.A. del DAG-UNISON

Temática: APRENDER MATEMÁTICAS RESOLVIENDO PROBLEMAS. Encuesta número................

Compañero Estudiante: Gracias por tu tiempo y disponibilidad. Universidad de Sonora. Hermosillo Sonora. División Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Matemáticas, Programa de Maestría Especialidad Matemática Educativa.

1.- ¿Conoces la metodología resolver problemas con el modelo (basado en el método del profesor Polya): plantear el problema, crear una estrategia para resolver el problema, elegir la mejor propuesta, poner en práctica la estrategia, y comprobar la solución? Si ( ) No ( )

2 ¿Qué parte del plan para resolver problemas se te dificulta más? Del 1 al 5, coloca el número adecuado según tu criterio para identificar el grado de dificultad, 1 para el más fácil,

( ) Comprender el problema
( ) Crear una estrategia para resolver el problema
( ) Valorar y Elegir la mejor propuesta
( ) Poner en práctica la estrategia seleccionada y
( ) Comprobar la solución

3.- En los cursos de Matemáticas que has recibido ¿Alguno o algunos de ellos se han llevado a cabo bajo la metodología de resolver problemas con los 5 pasos anteriores?

Si ( ) No ( )

4.- ¿Has notado diferencia en los cursos de matemáticas que se han desarrollado con la metodología resolver problemas con los 5 pasos anteriores frente a la metodología tradicional?

Si ( ) No ( )

5¿Qué diferencia has notado del curso tradicional para enseñar Matemáticas y esta nueva experiencia de aprender Matemáticas resolviendo problemas de Agronomía? puedes seleccionar más de una respuesta.

( ) Parece que si hay diferencia pero a mí me tiene sin cuidado.
( ) Me gusta la nueva forma de abordar los problemas.
( ) Se me hace muy largo lo que hay que hacer para llegar a la solución.
( ) Ninguna forma me gusta.
( ) En la forma tradicional el profe me ayuda más.
( ) El nuevo método me hace trabajar en equipo y eso me gusta.
( ) El nuevo método me hace trabajar en equipo y eso NO me gusta.
( ) El nuevo método me enseña más palabras de matemáticas aplicada a la Agronomía y aprendo a leer mejor.
(Opcional) Escribir cualquier observación al respecto del tema investigado.
....

....

6.- En los problemas, llamados en contexto o de aplicación de Matemáticas Agrícolas, planteados por el profesor de Cálculo: ¿en qué parte del plan para resolver problemas consideras que tus compañeros se "atoran" con frecuencia: cuando intentan comprender el problema, crear la estrategia resolutiva, elegir la mejor estrategia, poner en práctica la estrategia o en la comprobación? Escribe después de tu respuesta, algún argumento al respecto.

R:

7.- Al intentar tú mismo, resolver problemas en contexto de matemáticas agrícolas, en cursos de cálculo ¿en qué parte del plan para resolver problemas consideras que tienes más dificultad, al plantear el problema, crear una estrategia resolutiva, valorar las consecuencias de aplicar la estrategia, poner en práctica la estrategia, o en la comprobación? Escribe después de tu respuesta, algún argumento al respecto.

R:

8.- ¿Te inscribirías en un curso de matemáticas sabiendo que la metodología de enseñanza es "aprender resolviendo problemas"?

Si ( ) No ( ) Con ningún método ya más ( ).

Gracias por tu tiempo y disponibilidad eres muy amble. División Ciencias Exactas y Naturales. Departamento de Matemáticas Programa de Maestría Especialidad Matemática Educativa. Universidad de Sonora. Hermosillo. Mayo 2011

A.6.2 Encuestas y entrevistas con docentes

- **Primera exploración**

Guía para la encuesta sobre las opiniones de los docentes acerca de las dificultades de los estudiantes en la resolución de problemas de Matemáticas y contenido curricular matemático del programa de I.A. del DAG.UNISON.

Estimado Maestro del Programa de I.A. del Departamento de Agricultura y Ganadería:

El Departamento de Matemáticas y la Maestría en Ciencias con Especialidad en Matemática Educativa, de la Universidad de Sonora agradece de antemano su colaboración y esfuerzo por responder a las siguientes preguntas:

1.- El aprovechamiento y comprensión de Matemáticas por parte del estudiante en los distintos curso y temas vistos en la carrea es

a) bajo

b) bueno

c) nulo d) ninguna de las anteriores.

2. La aceptación, en términos de actitud personal, de los distintos cursos y temas de matemáticas, en sus diferentes presentaciones, por parte del estudiante de Agronomía es

a) buena

b) muy buena

c) rechazo total. d) ninguna de las anteriores.

3.- Me gustaría que el plan de estudio y los maestros dedicaran a los temas de matemáticas en los distintos cursos, como objeto de estudio o como herramienta práctica en resolución de problemas

a) más espacio a los temas de aplicación en los presentes cursos

b) que se siga igual pues los resultados hasta hoy son buenos

c) que se incluyan más cursos de Matemáticas aplicadas. d) ninguna de las anteriores.

4.- En mi trabajo como observador de la enseñanza de distintas áreas y materias curriculares de Agronomía, así como de las prácticas de campo y profesionales, he notado que el uso de las Matemáticas por los jóvenes Ingenieros Agrónomos egresados es

a) buena y muy a menudo
b) totalmente inexistente
c) muy de vez en cuando
c) indispensable
d) ninguna de las anteriores.

5.- Si en algún caso escogió "d) ninguna de las anteriores" ¿nos podría ayudar un poco más escribiendo unas palabras a manera de observación, inquietud, o sugerencia al respecto de las matemáticas aplicadas en agronomía?

Gracias por su tiempo y disponibilidad. Universidad de Sonora. Hermosillo. Mayo 2008

- **Segunda exploración**

Guía para la encuesta de opinión de docentes acerca de las dificultades de los estudiantes y prospectiva de la enseñanza de las Matemáticas en el programa de I.A. del DAG-UNISON después de la puesta en marcha de la experiencia didáctica en el aprendizaje de Matemáticas con enseñanza problémica en los cursos Introducción al Cálculo Diferencial e Integral y Elementos del Cálculo Integral y Algebra Lineal:

Encuesta para profesores del programa I.A del Departamento de Agricultura Ganadería de la Universidad de Sonora. Encuesta número.........................

¿Al resolver problemas con sus alumnos, ha experimentado alguna de las siguientes acciones: plantear el problema, crear una estrategia para resolver el problema, elegir la mejor propuesta, poner en práctica la estrategia y/o corroborar la solución?

Si ( ) No ( ).

¿En los cursos que imparte, en algún o algunos de ellos ha propuesto a sus alumnos resolver un problemas con los 5 pasos anteriores? Si ( ) No ( )

¿Ha notado diferencia en los resultados cuando un estudiante usa la metodología resolver problemas con los 5 pasos anteriores, con respecto a los estudiantes que improvisan el camino para resolver problemas?

Si ( ) No ( )

4.- Si al curso tradicional de Matemáticas en Agronomía se incorpora esta nueva experiencia de aprender Matemáticas resolviendo problemas ¿podría calificar el intento con alguna de las observaciones siguientes?

( ) Parece que si hay diferencia pero a desconozco la técnica.
( ) Me gustaría una nueva forma de abordar los problemas en Agronomía..
( ) Se me hace muy largo lo que hay que hacer para llegar a la solución.
( ) Cualquier método es bueno.
( ) En la forma tradicional el profe le ayuda más al estudiante.
( ) Si el nuevo método hace trabajar en equipo, creo que Si gustará al estudiante.
( ) Si el nuevo método propone trabajar en equipo, eso NO gustará al estudiante.
Otra observación: ____
5.- ¿Que parte del plan cree que es el más atractivo para el estudiante?

( ) Comprender el problema,
( ) Crear una estrategia para resolver el problema
( ) Valorar y Elegir la mejor propuesta.
( ) Poner en práctica la estrategia seleccionada o
( ) Corroborar la solución?

6.- En los problemas, llamados en contexto o de aplicación de Matemáticas Agrícolas ¿en qué acción del plan para resolver problemas considera que sus alumnos se “atoran” con mayor frecuencia?

( ) Cuando intentan comprender el problema,
( ) Crear la estrategia resolutiva,
( ) Elegir la mejor estrategia,
( ) Poner en práctica la estrategia o
( ) En la comprobación

7.- En plan de tutor: ¿Sugeriría al estudiante inscribirse en un curso de Matemáticas Agrícolas sabiendo que la metodología de enseñanza es “aprender Matemáticas resolviendo problemas”?

( ) Si No ( ) No ( ) Sugiero una metodología combinada.

8.- Observación extra: ....

Maestro: Gracias por su tiempo y disponibilidad. División Ciencias Exactas y Naturales. Departamento de Matemáticas Programa de Maestría Especialidad Matemática Educativa. Universidad de Sonora. Hermosillo. Mayo 2011

Anexo 7 Programas de Asignaturas

7.1.-Introducción al Cálculo Diferencial e Integral (semestre I)
7.2.- Elementos de Cálculo Integral y Álgebra Lineal (semestre II) para IA DAG-UNISON vigentes Septiembre 2012.

A.7.1 Introducción al Cálculo Diferencial e integral

A.7.1 Introducción al Cálculo Diferencial e Integral

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Centro Universitario:
Universidad de Sonora

Departamento:
Agricultura y Ganadería

Programa Académico
Ingeniero Agrónomo

Nombre de la unidad de aprendizaje (ASIGNATURA)
Introducción a l Calculo Diferencial e Integral

Clave de la materia	Horas de teoría	Horas de práctica	Total de horas	Valor en créditos
7790	3	2	5	8

Área de formación:
Eje basico

Elaborado por:
Lic. Rodolfo Godoy

Modificado por:
M.C. José Alberto Ávila Miramontes

Fecha de elaboración:
Junio del 2007

2. PRESENTACIÓN

Este curso es una introducción al cálculo diferencial e integral para funciones reales de variable real. Se presentan los conceptos básicos de función y derivada de una función, así como sus aplicaciones en la resolución de problemas de optimización y razón instantánea de cambio, relacionados con las ciencias químico- biológicas.

El alumno tendrá la capacidad de emplear las funciones adecuadas para modelar fenómenos de química , biología, física y otras disciplinas relacionadas con su carrera, así como emplear la derivada par analizar crecimientos y decrementos, resolver problemas de optimización y de razón instantánea de cambio

3. UNIDAD DE COMPETENCIA

EL ALUMNO ENTENDERA Y APLICARA EL USO DE LAS FUNCIONES EN EL MODELAJE DE FENOMENOS FISICOS, QUIMICOS Y BIOLOGICOS

EL ALUMNO ENTENDERA Y APLICARA EL MANEJO DE LA FUNCION DE LA DERIVADA

4. SABERES

Saberes Prácticos	• APLICAR LA FUNCION DERIVADA A LOS PROCESOS BIOLOGICOS, QUIMICOS. SELECCIONAR Y APLICAR LOS MODELOS MAS ADECUADOS A LOS FENOMENOS QUE SE PRESENTAN EN LA NATURALEZA, PARA PODER ADR UNA EXPLICACION DE LOS RESULTADOS DE OBSERVACIONES DE CAMPO O LABORATORIOS
Saberes Teóricos	• ELMENTOS DE ALGEBRA , LIMITES, DERIVADA DE UNA FUNCION, MAXIMOS Y MINIMOS, INTEGRACIÓN BASICA
Saberes Formativos	• TENDRA LA CAPACIDAD DE ANALIZAR Y COMPRENDER ALGUNOS DE LOS PROCESOS BIOLOGICOS Y QUIMICOS QUE SE PRESEENTAN EN LA NATURALEZA. ATRVES DEL MODELAJE • SERA RESPONSABLE EN LA APLICACION DE LOS MODELOS MAS ADECUADOS • HONESTIDAD EN LA TOMAS DE DECICIONES •

5. CONTENIDO TEÓRICO – PRÁCTICO (Temas y Sub -temas)

I.- TOPICOS DE ALGEBRA ELEMENTAL (5h)

1.1.- Los números reales
1.2.- Exponentes enteros
1.3.- Radicales y exponentes racionales
1.4.- Polinomios y productos notables
1.5.- Factorización
1.6.- Operaciones con fracciones

II.- ELEMENTOS DE GEOMETRIA ANALITICA Y FUNCIONES (25h)

2.1.- Sistemas de coordenadas cartesianas y distancia entre dos puntos
2.2.- El concepto de función
2.3.- Dominio y Rango de una función
2.4.- Funciones comunes: Lineales, Cuadráticas, cúbicas, valor absoluto, Raíz cuadrada
2.5.- Operaciones con funciones: Suma, Cociente y Composición
2.6.- Función Inversa
2.7.-Funciones trascendentes

III.- PROBLEMAS DE OPTIMIZACION (5h)

3.1.- Planteamiento y resolución numérica de problemas elementales de máximos y mínimos
3.2.- Identificación gráfica de los máximos y mínimos de una función

IV.- LA FUNCION DERIVADA (25h)

4.1.- La función derivada de funciones elementales
4.2.- Propiedades de una función derivada
4.3.- La función derivada de la suma, producto y cociente de funciones
4.4.- La regla de la cadena
4.5.- Derivada de funciones trascendentes
4.6.- Derivadas de orden superior

V.- RAZON INSTANTANEA DE CAMBIO Y PROBLEMAS DE OPTIMIZACION (10h)

5.1.- El calculo de la velocidad instantánea
5.2.- Razón instantánea de cambio
5.3.- Problemas de optimización y los criterios de la primera y segunda derivada para el calculo de extremos relativos

6. ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE

I.- DENTRO DE LAS MODALIDADES DE APERNDIZAJE SE IMPLEMENTARAN DINAMICAS DE GRUPOS QUE FAVORESCAN Y PROMUEVAN EL DESARROLLO DE LAS COMPETENCIAS EN EL MANEJO DE LOS RECURSO MATEMATICOS.

II.- SE LLEVARAN A CABO MESAS DE DISCUSIÓN PARA LA SOLUCION DE PROBLEMAS QUE SE PRESENTARAN AL ALUMNADO, LOS CUALES SERAN DIRIGIDOS YAPOYADOS POR EL MAESTRO.

III.- EL MAESTRO EXPLICARA LAS BASES Y ELEMNTOS DE CADA UNO DE LOS TEMAS, LOS CUALES SERAN DESARROLLADOS POR LOS ALUMNOS A TRAVES DE EJERCICIOS QUE SE RESOLVERAN EN CLASE

7. EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO

EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	AMBIENTES DE APRENDIAJE
RESOLVER PROBLEMAS DE ALGEBRA Y GEOMETRIA	MEDINATE TAREAS Y LA PARTCICIPACION DEL ALUMNO EN EJERCICIOS QUE SE RESOLVERAN EN CLASE	MEDIANTE GRUPOS DE EDISCUCION Y EJERCICIOS EN PIZARRON
APLICACIÓN DE LA DERIVADA	MEDINATE TAREAS Y LA PARTCICIPACION DEL ALUMNO EN EJERCICIOS QUE SE RESOLVERAN EN CLASE	MEDIANTE GRUPOS DE EDISCUCION Y EJERCICIOS EN PIZARRON
RAZON INSTANTANEA DE CAMBIO Y OPTIMIZACION	MEDINATE TAREAS Y LA PARTCICIPACION DEL ALUMNO EN EJERCICIOS QUE SE RESOLVERAN EN CLASE	MEDIANTE GRUPOS DE EDISCUCION Y EJERCICIOS EN PIZARRON

9. ACREDITACIÓN

EL ALUMNOS TENDRA LA HABILIDAD DE RESOLVER ALGUNOS PROBLEMAS CON FUNCIONES DERIVADAS, ADQUIRIRA LA HABILIDAD DE PODER APLICAR LOS A ALGUNOS DE LOS PROCESOS BIOLOGICOS O QUIMICOS

8. EVALUACIÓN

LA EVALUACION SE HARA DE LA SIGUIENTE MANERA:

1. EXAMENES PARCIALES

1° TEMAS I..	10
2° TEMA II..	20
3° TEMAS II Y III	15
4° TEMA IV..	20
5° TEMAS IV, V....................................	15
SUB TOTAL	80 PUNTOS
2.- SOLUCION DE PROBLEMAS Y EJERCICIOS EXTRACLASE	10 PUNTOS
3.- ASISTENCIA, PUNTUALIDAD Y PARTICIPACION EL TALLER Y CENTRO DE COMPUTO	10 PUNTOS
TOTAL	100 PUNTOS

8. EVALUACIÓN

Exámenes parciales.......................................80%
Tareas y ejercicios...10%
Asistencia y participación...............................10%

9. ACREDITACIÓN

Cumplir con el 80% de las asistencias.

Alcanzar como mínimo 60% del porcentaje en una escala de 0 al 100.

10. BIBLIOGRAFÍA

Básica

Cálculo con geometría analítica. Earl W. Swokowski. Grupo Editorial Iberoamerica.

Cálculo con geometría analítica. Rolan e. Larson y Robert P. Hopstetler. Editorial McGraw-Hill

Calculus. Stewart James. International Thomson. Eds. SA de CV

El cálculo. Louis Lewithod. Oxford University Press. Séptima Edición

Introducción al álgebra lineal. Howard Antón. Editorial Noriega-Limusa.

Álgebra Lineal con aplicaciones. Stanley I. Grossman. Editorial McGraw-Hill Cuarta Edición.

A.7.2 Elementos de Calculo Integral y Algebra Lineal

A.7.2 Elementos de Cálculo Integral y Algebra Lineal

1. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Centro Universitario:
Universidad de Sonora

Departamento:
Agricultura y Ganadería

Programa Académico
Ingeniero Agrónomo

Nombre de la unidad de aprendizaje (ASIGNATURA)
Elementos de Calculo Integral y Álgebra Lineal

Clave de la materia	Horas de teoría	Horas de práctica	Total de horas	Valor en créditos
	3	2	0	8

Área de formación:
Básico

Elaborado por: L. en M. Rodolfo Godoy Rosas

Modificado por: Ing. Rafael Retes López, M.A.

Fecha de elaboración:
17 de Septiembre de 2007.

2. PRESENTACIÓN

Este curso es una introducción al estudio del cálculo integral para funciones reales de variable real en el cual se presentan los principales métodos analíticos para la integración de una variable y algunos elementos relacionados con el área de ciencias biológicas que pueden ser resueltos mediante una teoría matemática..

3. UNIDAD DE COMPETENCIA

Al término del curso el alumno será capaz de utilizar la integral de una función para resolver modelos matemáticos de problemas del área de física, química, biología y ecología relacionada con su carrera.

Aplicará los conceptos previos de cálculo diferencial y la teoría de integración vista en el curso para la resolución de problemas.

4. SABERES

Saberes Prácticos	• Dominar las operaciones algebraicas del sistema numérico de los reales. • Resolver ecuaciones de una, dos y tres variables por varios métodos. • Conocer y llevar a cabo el proceso de derivación e integración de funciones reales.
Saberes Teóricos	• Establecer diferencias y precisiones en las definiciones de funciones, derivadas e integrales. • Establecer diferencias en los sistemas de dos y tres ecuaciones y en las gráficas de rectas y cónicas.
Saberes Formativos	• Identificar la diferencia entre las relaciones y funciones, el límite y la derivada. • Diferenciar la sumatoria de la integral, concepto, fórmula y operación. • Resolverá problemas del entorno productivo e identificará, organizará, planteará y esquematizará problemas de máximos, mínimos, áreas y reacciones químicas.

5. CONTENIDO TEÓRICO – PRÁCTICO (temas y subtemas)

1.- Elementos de trigonometría.
- 1.1 Funciones trigonométricas.
- 1.2 Definiciones, notación, relación entre el sistema sexagesimal y decimal.
- 1.3 Resolución de triángulos rectángulos.
- 1.4 Identidades y ecuaciones trigonométricas.

2.- La integral definida.
- 2.1 Series.
- 2.2 Sumatorias y sus propiedades.
- 2.3 Tipos de series.
- 2.4 Series convergentes y tipos de convergencia.
- 2.5 Determinación del área y sumas de Reimann
- 2.6 Definición y propiedad de la integral definida.
- 2.7 El teorema fundamental del cálculo.

3.- Elementos de las integrales.
- 3.1 Definición de la integral definida y sus primeras propiedades.
- 3.2 Técnicas de integración.
- 3.3 Cambio de variable o sustitución.
- 3.4 Integración de partes.
- 3.5 Integrales trigonométricas.
- 3.6 Integración por sustitución trigonométrica.
- 3.7 Integración por descomposición en fracciones parciales.

4.- Aplicaciones de la integral lineal.
- 4.1 Cálculo de áreas.
- 4.2 Trabajo.
- 4.3 Fuerza ejercida por un liquido.
- 4.4 Otras aplicaciones.

5.-. Elementos de álgebra lineal.
- 5.1 Matrices y operaciones con matrices.
- 5.2 Sistemas de ecuaciones lineales.
- 5.3 Eliminación gaussiana.
- 5.4 La matriz inversa.
- 5.5 Matrices elementales y un método para determinar A-1
- 5.6 Matrices diagonales, triangulares y simétricas.
- 5.7 La función determinante y sus propiedades.
- 5.8 Desarrollo por cofactores y la regla de Cramer.

6. ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE

1.- Elementos de trigonometría.
- Consulta de fuentes de información.
- Adquisición y selección de fuentes de información.
- Análisis de casos.

2.- La integral definida.
- Búsqueda de lecturas y análisis de documentos sugeridos.
- Análisis de lecturas.
- Exposición de motivos y conclusiones.

3.- Elementos de trigonometría.
- Búsqueda de información y lecturas sugeridas.
- Exposición de conclusiones.

4.- Aplicaciones de la integral lineal.
- Consulta de fuentes de información.
- Análisis de casos.
- Conclusiones en equipo dentro del aula de clases.

5.-. Elementos de álgebra lineal.
- Consulta de fuentes de información y lecturas sugeridas.
- Exposición en clase.

7. EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO

EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	AMBIENTES DE APRENDIAJE
1.- Elementos de trigonometría	Formulación de análisis y opiniones sobre los elementos de la trigonometría.	Aula de clases y biblioteca.
2.- La integral definida	Estructura de las integrales.	Aula de clases y biblioteca.
3.- Elementos de las integrales.	Formulación de casos y opiniones.	Aula de clases y biblioteca
4.- Aplicaciones de la integral lineal.	Identificación de integrales.	Aula de clases y biblioteca.
5.-. Elementos de álgebra lineal.	Identificar los elementos de algebra lineal.	Aula de clases, biblioteca.

8. EVALUACIÓN

Exámenes parciales.......................................80%
Tareas y ejercicios...10%
Asistencia y participación................................10%

9. ACREDITACIÓN

Cumplir con el 80% de las asistencias.

Alcanzar como mínimo 60% del porcentaje en una escala de 0 al 100.

10. BIBLIOGRAFÍA

Básica

Cálculo con geometría analítica. Earl W. Swokowski. Grupo Editorial Iberoamerica.

Cálculo con geometría analítica. Rolan e. Larson y Robert P. Hopstetler. Editorial McGraw-Hill

Calculus. Stewart James. International Thomson. Eds. SA de CV

El cálculo. Louis Lewithod. Oxford University Press. Séptima Edición

Introducción al álgebra lineal. Howard Antón. Editorial Noriega-Limusa.

Álgebra Lineal con aplicaciones. Stanley I. Grossman. Editorial McGraw-Hill Cuarta Edición.

Anexo 8 Notas Históricas

Con la intención de contribuir con una mejor contextualización regional e histórica del trabajo de tesis, se presenta esta selección de notas periodísticas consultadas en diferentes fuentes.

A.8.1 Portal Universidad Agrícola Antonio Narro

http://www.uaaan.mx/portal/index.php/conoce-la-uaaan/31-historia-de-la-uaaan.html

"A las dificultades propias de la empresa se sumaron los trastornos provocados por la lucha armada y política que en ese entonces sacudía al país. En junio de 1921, después del triunfo del movimiento de Agua Prieta, el General Luis Gutiérrez, Gobernador del Estado, aprobó por iniciativa de Francisco Narro, "la creación de una escuela de agricultura en la Hacienda Buenavista, bajo el reglamento dado por la Secretaría de Agricultura y Fomento para las Escuelas Granja". Durante veinte meses trabajó la Junta Directiva en los preparativos para iniciar los trabajos en la escuela. El 4 de marzo de 1923 fue fundada la Escuela Regional de Agricultura Antonio Narro con el principal objetivo de preparar jóvenes en una disciplina profesional para las labores del campo".

A.8.2 Portal Chapingo 1978

http://portal.chapingo.mx/rectoria/?modulo=historia

El proceso de transformación de escuela a universidad culmina en 1978. Inicia con los siguientes departamentos: Preparatoria Agrícola, Bosques, Economía Agrícola, Fitotecnia, Industrias Agrícolas, Irrigación, Parasitología Agrícola, Sociología Rural, Suelos, Zonas Áridas y Zootecnia, la universidad ha experimentado un proceso de expansión en cuanto a las diferentes orientaciones de la agronomía, tanto a nivel licenciatura como en posgrado, creando las carreras de: Agroecología, Mecánica Agrícola, Estadística, Forestal Industrial, Forestal, Restauración Forestal, Administración de Empresas Agropecuarias, Comercio Internacional de Productos Agropecuarios, Economía Agrícola, Planeación y Manejo de los Recursos Naturales Renovables, Agrónomo Especialista en Zonas Tropicales, Sistemas Pecuarios y Sistemas Agrícolas de Zonas Áridas, con Maestrías en Ciencias en Economía del Desarrollo Rural, Sociología Rural, Producción Animal, Protección Vegetal, Ciencias Forestales, Desarrollo Rural Regional, Horticultura y los Doctorados en Ciencias en Economía Agrícola y en Ciencias Agrarias.

A.8.3 Wordpress. La Revolución Verde en Sonora

http://obson.wordpress.com/2009/01/04/dr-norman-e-borlaug-y-el-inicio-de-la-revolucion-verde-ciano/

En Sonora las primeras actividades de investigación agrícola datan de 1910, cuando la Compañía Richardson, concesionario del Gobierno Mexicano en tareas de fraccionamiento y desarrollo, estableció pruebas experimentales en el campo “Ontagota” Valle del Yaqui. En los años treinta, se establece el Campo Experimental “El Yaqui”, siendo Gobernador del Estado, Don Rodolfo Elías Calles, quien cede para tal propósito los terrenos del campo 611 del Valle del Yaqui. Ese campo experimental fue operado por la Secretaría de Agricultura.





En 1943 se creó la Oficina de Estudios Especiales (programa cooperativo de la Fundación Rockefeller y la Secretaría de Agricultura y Ganadería), constituida por científicos norteamericanos y mexicanos que emprenden conjunta y decididamente trabajos de investigación. Como parte del equipo de investigadores de este programa, el Dr. Norman E. Borlaug inició en 1945 en el Campo Experimental “El Yaqui” los primeros ensayos de selección de líneas mejoradas de trigo con resistencia a royas. El Dr. Borlaug se ganó la confianza y el interés de los productores con respecto a la bondad de las nuevas variedades de trigo resistentes a la roya. Lo anterior sensibilizó a los productores acerca de la importancia de apoyar las actividades de investigación agrícola que les generaría información tecnológica para diversificar sus actividades, disminuir riesgos y costos, y tomar mejores decisiones en sus propios programas. La investigación se percibió como una inversión productiva. Fue así como en el año 1955, por iniciativa y con el apoyo de los productores del Valle del Yaqui, se adquieren los terrenos del campo 910 donde se establece el Centro de Investigaciones Agrícolas del Noroeste (CIANO), como parte de la estructura de la Oficina de Estudios Especiales, y con el mandato fundamental de resolver los problemas limitantes de la producción que afectaban a la región. Con la creación en 1960 del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), actualmente INIFAP, el CIANO pasó a depender administrativamente de este Instituto.

En los años sesenta, a efecto de fortalecer las actividades agrícolas e incrementar la producción en el Estado de Sonora, se crea una red de campos experimentales en las principales regiones agroecológicas de la entidad.

A.8.4 El Imparcial martes 27 de febrero de 1945

http://www.historiadehermosillo.com/efemerides/efefeb/27-02-2004.htm

Martes 27 de febrero de 1945 REALIZACIÓN DE LA PRESA DE HERMOSILLO Y OBRA ESCOLAR. Terminó el conflicto con la Baja California. En entrevista con El Imparcial, el Gobernador Rodríguez da a conocer interesantes datos sobre los proyectos que está llevando a cabo. Cuatro millones de pesos como máximo se invertirán en el presente año de 1945 en las obras de construcción de la Presa de Hermosillo. También como mínimo, la importante suma de millón y medio de pesos será empleada en edificios para Escuelas en el mismo período. Estas importantes aportaciones a la necesaria obra de irrigación en nuestro Estado y a la trascendental labor de educación pública, constituyen también como es fácil comprender, ventajosas derramas de dinero que van a favorecer directamente a las comunidades en donde esos caudales se invierten. Los datos anteriores y otros de sumo interés para nuestra Entidad nos fueron proporcionados hoy en la mañana por el Gobernador de Sonora, General Abelardo L. Rodríguez. Entregado en cuerpo y alma a sus vastos proyectos que tienden a levantar a Sonora hasta un nivel que corresponde a su mentalidad de hombre de amplísima visión, encontramos al Jefe de Gobierno risueño y optimista. Permitió que le tomásemos una fotografía y dispuesto a contestar nuestras preguntas empezamos así: Desearíamos –General, dar a nuestros lectores una impresión de lo que fue a tratar a México. “Mi reciente viaje a la capital obedeció a la necesidad que había de que arreglara yo personalmente diversos asuntos de interés trascendental para el Estado de Sonora, como son entre otros, la terminación del problema de límites entre nuestra Entidad y el Territorio Norte de Baja California, la apertura de las postulaciones para la construcción de las obras de la Presa de Hermosillo y la firma del contrato para tales trabajos, así como los arreglos para intensificar la actividad educacional en Sonora. Con íntima satisfacción puedo manifestar a la prensa sonorense para que lo haga del conocimiento de nuestros conciudadanos, que el éxito que realicé en México fue eficaz y rápido.” Sabemos que una de sus preocupaciones máximas es el ramo educacional. El programa realizado por él en su primer año de gobierno no es sino el principio de los planes que acaricia. Por ese motivo lo interrogamos: ¿Qué nos puede decir sobre su plan de ampliación de construcciones escolares? ¿Se seguirá desarrollando el presente año?; “en efecto -nos dice-, en el ramo de educación, gracias a los arreglos que celebré con las autoridades federales respectivas el Gobierno del Estado va a construir durante el año de 1945 planteles docentes por valor de un millón y medio de pesos, y es muy posible que esta cifra llegue hasta la de dos millones y medio de pesos. Este incremento en la construcción de escuelas es evidente que redundará en beneficio inmediato de la población escolar, ya que de esta manera estará en posibilidad de recibir a mayor número de niños en los centros educativos y de proporcionarles mejores condiciones para el aprendizaje". A toda la población de Hermosillo le interesa grandemente el proyecto de construcción de nuestra presa. Para el General Rodríguez ha sido una debilidad. Sabíamos que uno de los propósitos de su viaje al grado de hacerlo coincidir con la fecha de la convocatoria para constructores que lanzó la Comisión Nacional de Irrigación, era estar presente al abrirse las posturas correspondientes. Quería, según pensamos, asegurar que todo caminara como sobre aceite. Nuestra interrogación es la siguiente: Ya sabemos en lo general que la iniciación de la Presa de Hermosillo es un hecho, y sabe el público que gracias a su empeño e insistencia se llevará a cabo ese magno trabajo. ¿Qué detalles nos puede usted proporcionar sobre el particular?. El Gobernador accedió a nuestro deseo y nos declaró lo que sigue: "Por cuanto hace a la construcción de la Presa de Hermosillo, me siento muy complacido de poder hacer público que este proyecto que con tanto interés y cariño he prohijado y cuya próxima realización constituirá la causa eficiente para el fomento de la agricultura y la ganadería en el Municipio de Hermosillo, así como para la creación de nuevas industrias y el establecimiento de más empresas en esta región y, por último, para provocar el aumento de población en el Estado, al fin va a ser ya un hecho pues los contratos para la construcción de la Presa a cuya firma concurrí personalmente ante la Comisión Nacional de Irrigación, garantizan ampliamente la consumación del proyecto. Así pues, el pueblo de Sonora y particularmente el Municipio de Hermosillo debe estar de plácemes por la próxima realización de esta idea, ya que la magnífica disposición y amplia cooperación de la Comisión Nacional de Irrigación ha patentizado a este respecto, y por otra parte, la solvencia técnica, económica y moral de las empresas que conjuntamente obtuvieron el contrato (la Compañía Mexicana Constructora Azteca SA y la Compañía UTAH SA), así como los vehementes deseos que la empresa del Ferrocarril Sud Pacífico ha manifestado de cooperar en esta gran obra, constituyen una garantía de que la Presa se construirá para beneficio inmediato del Estado en el menor plazo posible. En esta obra se emplearán durante el año de 1945 cuatro millones de pesos, pero si el ritmo de los trabajos de las empresas constructoras es más acelerado, posiblemente en este mismo año se lleguen a hacer inversiones hasta por seis u ocho millones de pesos". LOS LÍMITES. La enojosa disputa entre Sonora y el Territorio Norte de Baja California fue otro de los asuntos que ocuparon al Gobernador Rodríguez en los últimos meses, y que vio felizmente resuelta pocos días después de llegar a la capital de la República. Al respecto nos dijo lo siguiente: "Por último me es altamente satisfactorio participar al pueblo sonorense que la cuestión de límites entre nuestra entidad y el Territorio Norte de Baja California ha quedado completamente arreglada ya que el Diario Oficial de la Federación del día 25 de enero próximo pasado apareció publicado el convenio definitivo de este asunto, y ahora el Gobierno de este Estado y el del Territorio Norte de la Baja California de común acuerdo, se ocuparán de enviar los elementos necesarios para que se haga el señalamiento de los límites de ambas entidades". Tal fue el final de la entrevista con el Gobernador Rodríguez; teníamos algunas interrogantes más pero el compromiso era tratar sobre los asuntos relacionados con su estancia en México. ESTÁN MUY ADELANTADAS LAS OBRAS DE LA PRESA "OBREGON" Febril actividad en el Oviáchic esperándose terminar en 1950 la monumental construcción. Ayer se anunció en la Secretaría de Recursos Hidráulicos el adelanto en la construcción de la presa “Álvaro Obregón” que se ubicará en un lugar cercano a la ciudad del mismo nombre (antes Cajeme), en el Estado de Sonora. El nuevo distrito de Riego se nos dijo, se encuentra en una planicie costera del Valle del Yaqui. La presa “Álvaro Obregón”, a unos kilómetros de la ciudad del mismo nombre y a doce kilómetros de la presa “Hornos”, tiene una cuenca de captación de 73,000 kilómetros cuadrados y un vaso de almacenamiento para tres millones de metros cúbicos. Tiene dos tomas: una alta en la margen izquierda con capacidad de noventa metros cúbicos por segundo y otra baja en la margen derecha con capacidad de 154 metros cúbicos por segundo. Cuenta con vertedor de tipo abanico capacitado para 13,000 metros cúbicos por segundo. De la margen izquierda saldrá un canal para regar sesenta mil hectáreas de tierras nuevas, con la mira de ampliar la capacidad de dicho canal y cubrir hasta cien mil hectáreas. Los túneles de la margen izquierda darán cauce a otros nuevos canales que irrigarán las Colonias yaquis. Con anterioridad fue construida la presa de “La Angostura” que permitió regar una superficie de ciento quince mil hectáreas en vez de cincuenta mil irrigadas por la Presa de Hornos. Se agregó a la información antes dicha que los treinta y cinco mil agricultores que trabajan actualmente en el distrito de riego, como los que vayan en el futuro, podrán cultivar arroz, maíz, trigo, linaza, ajonjolí, verduras etcétera, cuya producción se calcula en trescientas mil toneladas y con un valor aproximado de doscientos sesenta millones de pesos. Pero además, el agua se utilizará en generar fluido eléctrico con un promedio anual de ciento veinticinco millones de kwh. Se considera que las obras en total se terminarán a más tardar en 1952.

Hermosillo Sonora México 21 de Septiembre 2012