

# **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 complejidad 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.

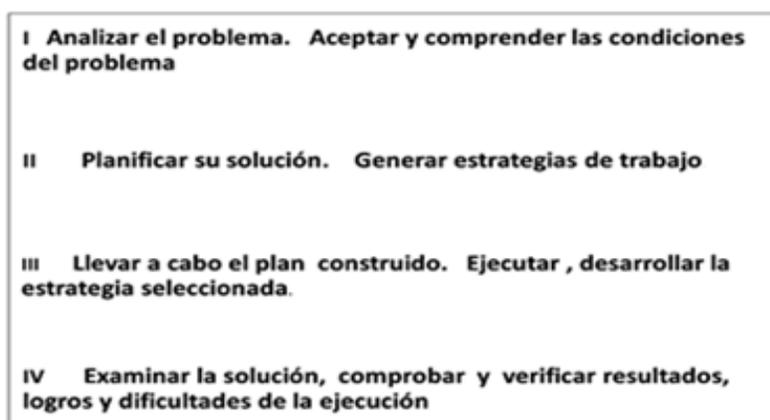


Figura 3.- El Modelo Polya. Cómo plantear y resolver problemas.

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**

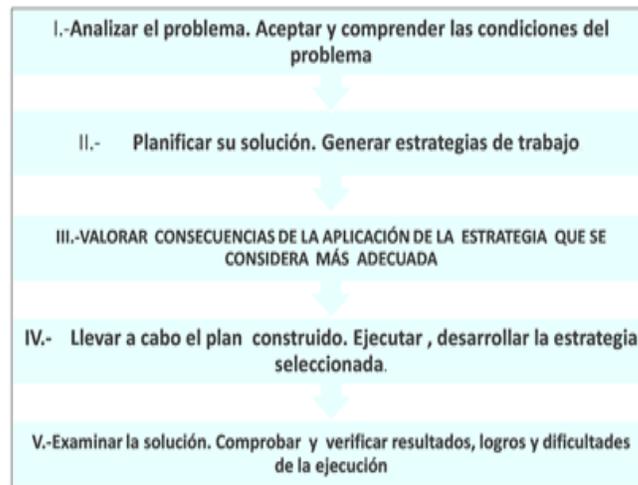
La ampliación del modelo de Polya por Mazarío tiene su fundamento en la propuesta “La Resolución de Problemas en Matemática I y II de la Carrera de Agronomía” (Mazarío, 2002) siguiendo líneas metodológicas y acción propuestas en *Cómo Plantear y Resolver Problemas* (Polya 1945), *Métodos Heurísticos 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 interacción 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 reestructuración 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 resolutorio, 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 movimientos, 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.