

EDUCACIÓN AERONÁUTICA

“De lo Algorítmico y lo Analítico en Matemáticas en la Tecnología de Mantenimiento Aeronáutico de la Escuela de Suboficiales CT. Andres M. Diaz de la Fuerza Aérea Colombiana”

EJ. CABRERA, FRANCIA; EJ. CORTÉS FERNANDO, E4. QUINTERO EFRAÍN³.

ABSTRACT

The student difficult in the math learning process in the high level of education in technological professions and engineering programs are focused in the development of algorithm competences more than analytic competences. There is a diagnosis that the math teachers scarcely detect those difficulties and they are shown in the lack of understanding the concepts, properties and laws and how they are applied; the lack of interest and motivation and the loss of the subject from 60% to 90% of students

Palabras Claves: *competencia, competencia algorítmica, competencia analítica, metacognición, aprendizaje significativo, enseñanza y aprendizaje, resolución de problemas, problema, operaciones, metalógica*

Introducción

El desarrollo de las capacidades analíticas y algorítmicas las podemos abordar desde la perspectiva de competencias, trabajadas a partir de la resolución de problemas, que es una metodología de tendencias pedagógicas de avanzada, que permite enfrentar con éxito las diferentes problemáticas que se presentan en la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática.

La definición de “problema” tiene distintas acepciones. Partimos de lo que plantea Polya, un problema constituye una situación incierta que provoca en quien la padece una conducta que tiende a resolverlo y hallar la solución esperada, reduciendo de esta forma la tensión inherente a dicha incertidumbre.

Consideramos que la capacidad para las competencias analíticas y algorítmicas puede ser adquirida y desarrolladas mediante la enseñanza. Esto supone incorporar en nuestra práctica educativa enfoques como la resolución de problemas y la Enseñanza Problemática que permiten considerar a la Matemática como una disciplina dinámica y al aprendizaje del alumno como un proceso activo.

Es importante considerar el desarrollo metacognitivo de nuestros estudiantes para tal aplicación, por eso la necesidad de trabajar la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud.

Lo Algorítmico y lo Analítico desde los Fundamentos Históricos

Los hechos de la matemática son tan útiles como los hechos de cualquier otra ciencia. Sin importar qué tan complejos puedan parecer a primera vista, tarde o temprano direccionan su camino de vuelta hacia las aplicaciones prácticas. Los hechos de la matemática de hoy son la prospectiva de la ciencia y tecnología del mañana.

La matemática se ocupa de pruebas. Una teoría matemática comienza con definiciones y deriva sus resultados a partir de reglas de inferencia claramente acordadas. Todo hecho de la matemática debe ser instalado en una teoría Axiomática y probado formalmente, si ha de ser aceptado como verdadero. La Exposición axiomática es indispensable en matemáticas, porque los hechos de la matemática, a diferencia de los de la física, no son verificables mediante Experimentación.

3. Artículo fundamentado en el proyecto realizado con la Universidad Militar Nueva Granada, En la Especialización de Docencia Universitaria, Coordinado Por Dr. Eduardo Padilla, Dirigido Por Dr. Juan Grisolle, Asesorado por Dr. Néstor Sergio Osorio.

El método axiomático de la matemática es uno de los grandes logros de nuestra cultura. Sin embargo, es sólo un método. Si bien los hechos de la matemática una vez descubiertos nunca van a cambiar, el método por el cual estos hechos son verificados ha cambiado muchas veces en el pasado, y sería insensato esperar que no sucedan más cambios en alguna fecha futura.

El conocimiento matemático del mundo moderno está avanzando más rápido que nunca. Teorías que eran completamente distintas se han reunido para formar teorías más completas y abstractas.

La investigación se sustenta en la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud (1994), que aborda los fenómenos de aprendizaje bajo el enfoque del campo conceptual, visto a través de la formulación de esquemas mentales en la adquisición y desarrollo de un concepto durante la construcción del conocimiento (Vergnaud, 1990), a partir de una variedad de situaciones que lo dotan de significado.

Teniendo en cuenta dos aspectos importantes, uno de ellos se refiere a la aplicación de algoritmos, que para tal situación se expresa que para demostrar competencia en la aplicación de algoritmos operacionales el estudiante deberá poder aplicarlas en situaciones reales o en una forma de presentación matemática (operación sin contextualizar), pero también podrá dar muestras de que es capaz de reflexionar sobre su significado y propiedades. Por este motivo, en algunos casos puede resolverse la situación aplicando una operación que no es la que se pretende evaluar. Se entiende que esta evidencia muestra, de otra manera, que el estudiante es competente para resolver la situación. Para Vergnaud define el campo conceptual en términos de: «... *un conjunto de situaciones cuyo tratamiento implica esquemas, conceptos y teorías, en estrecha conexión, así como las representaciones del lenguaje y simbólicas susceptibles de ser utilizadas para representarlos*». Un campo conceptual se establece pues, según criterios matemáticos y psicológicos. ... las operaciones presentan tres aspectos que constituye un campo de relaciones: los conceptos, los procedimientos, y el lenguaje matemático en que se expresan. Los mecanismos de las operaciones o algoritmos no constituyen las operaciones pero sí son un aspecto de las mismas que está incluido en su campo conceptual.»

El otro aspecto a tratar se refiere a la parte analítica a partir de la resolución de problemas. En las palabras de G. Polya: «Resolver problemas significa encontrar un camino para salir de una dificultad, para sortear

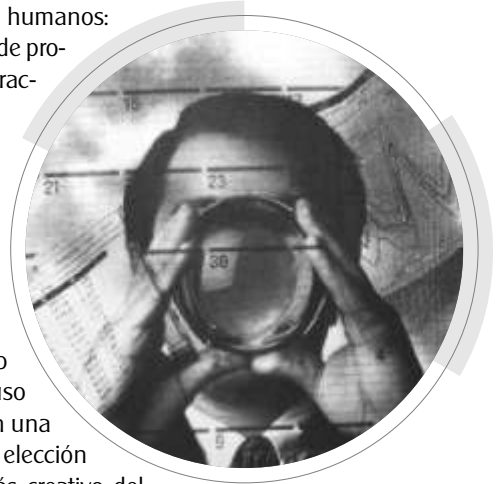
un obstáculo, para alcanzar un objetivo que no sea inmediatamente alcanzable. Resolver problemas es una empresa específica de la inteligencia, y la inteligencia es el don específico de los humanos:

se puede considerar la resolución de problemas como la actividad más característica del género humano.

Los ejercicios pueden ser resueltos utilizando reglas ya aprendidas o en vías de consolidación y, por lo tanto, entran en la categoría de refuerzo o aplicación inmediata de conceptos, mientras los problemas, implican o bien el uso de más reglas (algunas incluso implícitas en ese momento) o bien una sucesión de operaciones cuya elección implica un acto estratégico, quizás creativo del propio alumno» Si lo que se presenta es un verdadero problema, el estudiante no dispone de una respuesta inmediata.

Deberá en primer término reconocerlo como tal un verdadero desafío. Luego buscará qué información dispone no necesariamente en el área exclusiva de la Matemática relacionarla, anticipar un posible camino a seguir y encontrar una respuesta que ofrezca la solución que considere más adecuada. Todo ello sin descartar tanteos aproximativos por ensayo y error en forma reflexiva. Por el contrario, se está ante un ejercicio o tarea cuando se dispone rápidamente de una estrategia de solución y tan solo se debe aplicar una regla o alguna rutina operatoria donde quizás haya una o más dificultades. La apariencia exterior de una propuestas matemática puede ser engañosa: tanto en los problemas como en los ejercicios se parte de una situación expuesta, a partir de la cual se pide llegar a otra.

El término **competencia** se utiliza, en el marco de este trabajo, en el sentido de manifestación visible de las capacidades de los alumnos, por lo que se consideran indicadores de capacidades más complejas que involucran no solamente un «saber», un «saber hacer» ciertas cosas, sino también un pensamiento orientado a la producción de conocimientos. En este sentido las competencias tienen puntos de contacto con lo planteado por J. Habermas. Desde esta perspectiva se entiende el concepto de competencia, no únicamente vinculado a determinados contenidos programáticos, sino como concepto que implica la articulación de capacidades diversas orientadas hacia intereses técnicos, prácticos y críticos La evaluación de capacidades en el área del razonamiento lógico-matemático estuvo articulada en torno a dos competencias básicas:



Resolución de problemas o competencia analítica

Aplicación de algoritmos o competencia algorítmica

En la situación de constante cambio de la cultura en la que vivimos, donde el aprender a aprender se ha convertido en la herramienta que posibilita el aprendizaje permanente, poder poner en juego en diversas situaciones procesos eficaces de pensamiento con el objetivo de efectivizar la apropiación de información que se produce en forma continua, es lo más valioso que se puede proporcionar a los alumnos. Pero siempre se deberá recordar que los procesos no se desarrollan en el vacío, sino que se concretan en el procesamiento de la información que se posee.

Se prioriza la competencia Resolución de Problemas, en tanto ella involucra siempre la comprensión de conceptos y muchas veces provoca la necesidad de aplicar algoritmos.

Competencia algorítmica. Los profesores vemos nuestra tarea como la transmisión de un conocimiento acabado y abstracto tendemos a adoptar un estilo expositivo. La enseñanza está plagada de definiciones, en abstracto, y de procedimientos algorítmicos. Esta forma de entender la enseñanza tiene nombre y se conoce como mecanicismo. De acuerdo con la filosofía mecanicista el hombre es un instrumento parecido al ordenador, cuya actuación al más bajo nivel puede ser programada por medio de la práctica repetitiva, sobre todo en aritmética y en álgebra, incluso en geometría, para resolver problemas distinguibles por medio de patrones reconocibles que son procesados por la continua repetición. Es en este nivel más bajo, dentro de la jerarquía de los más hábiles ordenadores, donde se sitúa al hombre. (Freudenthal, 1991, p.134).

Debido a este tipo de enseñanza que se apoya en símbolos y notaciones para definir un lenguaje (distinto del natural empleado hasta entonces), que sea más adecuado para expresar y describir las ideas y los procedimientos matemáticos. Así apareció y se fue desarrollando el *álgebra*, como lenguaje formal, y la idea de *algoritmo*, o *cálculo algebraico*, como automatismo para la resolución de problemas. Esta formalización de la aritmética se va depurando, desde los primeros tratados de la "regla de la cosa", hasta alcanzar su madurez mediante las expresiones algebraicas, que permitan describir con sencillez las operaciones del álgebra. Utilizando las *expresiones algebraicas* es más fácil encontrar y dar las fórmulas para la resolución de ecuaciones algebraicas de los grados inferiores. Estas fórmulas sintetizaban algoritmos, es decir procedimientos automáticos mediante los cuales a

partir de los datos del problema obtener la solución, o dicho en términos matemáticos, a partir de los coeficientes de la ecuación obtener sus raíces.

El concepto de Algoritmo, por su condición determinística, entra en crisis y se constituirá en elemento crucial en las discusiones de filósofos, matemáticos e informáticos, y hasta de investigadores de todo tipo, por su posible relación con las manifestaciones de la conciencia.

En cuanto a la Metalógica, disciplina que se ocupa de investigar las propiedades y reglas de un sistema lógico ya constituido, a saber:

La decidibilidad, la completitud o la consistencia, sugirió algunos conceptos e ideas que podrían ser tomados en cuenta.

La decidibilidad: trae algo de Turing por cuanto expresa que una teoría matemática la posee si mediante un procedimiento mecánico y en un número finito de pasos, se puede saber si una fórmula dada pertenece o no a dicha teoría.

Por otro lado, si un conjunto de fórmulas goza de la propiedad de completitud no es posible añadirle una nueva fórmula sin que ésta sea la negación de otra fórmula ya perteneciente al conjunto, pues haría incurrir en contradicción al sistema (Algo como que en un Grupo debe existir el valor opuesto)

Consistencia es la característica de toda fórmula lógica que no es totalmente falsa o eficientes de la ecuación al obtener sus raíces.

De forma genérica, deberíamos rebajar el conjunto de contenidos de resolución de algoritmos cada vez más complejos y potenciar la resolución de problemas reales o análogos que los que puede presentar la vida misma. Si lo que se aprende no sirve para algo más que para obtener unos buenos resultados escolares, lo único que estamos haciendo es reforzar la supervivencia de una enseñanza obsoleta y por tanto olvidándonos de nuestro fin último, que no es otro que formar y preparar a los estudiantes para afrontar los retos que el futuro les ha de presentar.

Competencia Algorítmico-Analítico. Hay una diferencia básica entre el concepto "problema" y "ejercicio". No es lo mismo hacer un ejercicio que resolver un problema. Una cosa es aplicar un algoritmo de forma más o menos mecánica, evitando las dificultades que introduce la aplicación de reglas cada vez más com-

plejas, y otra, resolver un problema, dar una explicación coherente a un conjunto de datos relacionados dentro del contexto. La respuesta suele ser única, pero la estrategia resolutoria está determinada por factores madurativos o de otro tipo.

La estrategia de resolución de problemas es mucho más rica que la aplicación mecánica de un algoritmo, pues implica crear un contexto donde los datos guarden una cierta coherencia. Desde este análisis se han de establecer jerarquías: ver qué datos son prioritarios, rechazar los elementos distorsionadores, escoger las operaciones que los relacionan, estimar el rango de la respuesta, etc.

FUNDAMENTO CONTEXTUAL

La investigación se desarrolló en la Escuela de Suboficiales CT. Andrés M. Díaz de la Fuerza Aérea Colombiana en la población de Madrid Cundinamarca.

Origen.

La Escuela de Suboficiales de la Fuerza Aérea Colombiana “Andrés M. Díaz”, es una institución militar y de educación superior dedicada a la formación y capacitación del personal de Suboficiales Tecnólogos Aeronáuticos.

La Escuela de Suboficiales “Andrés M. Díaz” de la Fuerza Aérea Colombiana, es una institución militar y tecnológica consagrada y dedicada a la formación y capacitación de suboficiales militares y profesionales tecnológicos aeronáuticos, con un alto sentido de responsabilidad socio-militar; capaces de cooperar en la construcción y el desarrollo permanente y sostenido de la comunidad Fuerza Aérea y la sociedad colombiana.

El programa académico de la Tecnología en Mantenimiento Aeronáutico, forma integralmente al Suboficial Técnico, quien adquiere durante su permanencia en la Escuela una serie de habilidades, conocimientos y destrezas que le permitirán ser un individuo participativo en los diferentes procesos que desarrollará durante su actuar laboral; entendiendo, asimilando e implementando los cambios tecnológicos propios del avance aeronáutico institucional y del país.

Población

En esta investigación la población o universo esta determinada por 73 alumnos del programa de Tecnología de Mantenimiento Aeronáutico de la Escuela de Suboficiales

Tamaño de la Población de la Muestra:

$$n = 38.64$$

$$n = 38$$

$$n_1 = 20 \text{ curso } 77 \quad n_2 = 18 \text{ curso } 76$$

$$n = n_1 + n_2 = 38$$

VARIABLES DE SEGMENTACIÓN

Variable geográfica

Municipio: Madrid, Cundinamarca

Variable demográfica

Edad: 18 a 22 años

Sexo: Masculino

Ocupación: militar estudiante

Semestre: III y V

INSTRUMENTO

Para la recolección de los datos de la investigación se tomo como fuente primaria en un instrumento aplicado a 38 alumnos del programa de tecnología en mantenimiento aeronáutico de la Escuela de Suboficiales CT. Andrés M. Díaz, así: 20 del curso 77 (tercer semestre) y 18 del curso 76 (quinto semestre).

La encuesta consta de tres preguntas para resolver situaciones matemáticas que impliquen lo analítico y tres preguntas de aplicación algorítmica. La función se centra en la posibilidad de cualificar el dominio de competencia en el que se encuentran los alumnos de los curso 76 y 77 de la muestra seleccionada.

PROCESAMIENTO DE DATOS

Una vez aplicada el instrumento se inicia el proceso de recolección de datos, verificándose que todos y cada uno de los instrumentos se hubiesen diligenciado.

Se realiza una precodificación de las respuestas en categorías para reducir la variedad de respuestas dadas para una pregunta, a tipo de contestaciones que pudieran ser tabuladas y luego analizadas. Posteriormente se realizó una postcodificación de las preguntas para ser tabuladas.

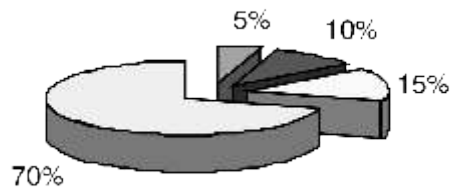
Luego de verificar la información se realizó una tabulación con el recurso de un software (SPSS) donde se consignaron los datos arrojados por cada una de las preguntas de la encuesta. Finalmente estos datos se analizaron de acuerdo al peso porcentual en cada una las variables para obtener las tendencias y sobre ellas realizar el análisis. La síntesis de los datos se presento en gráficas específicas para cada una de las preguntas de la encuesta.

PRESENTACION DE RESULTADOS

♦CURSO 77: Lo Analítico

| PREGUNTAS | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|-----------|------------|------------|
| 3 | 1 | 5% |
| 2 | 2 | 10% |
| 1 | 3 | 15% |
| 0 | 14 | 70% |
| 3 | 20 | 100% |

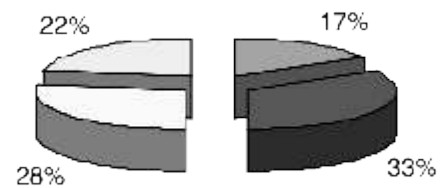
DISTRIBUCIÓN DE LO ANALÍTICO



♦CURSO 76: Lo Analítico

| PREGUNTAS | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|-----------|------------|------------|
| 3 | 3 | 33% |
| 2 | 6 | 28% |
| 1 | 5 | 22% |
| 0 | 4 | 17% |
| 3 | 18 | 100% |

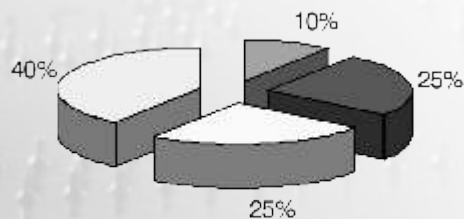
DISTRIBUCIÓN DE LO ANALÍTICO



♦CURSO 77: Lo Algorítmico

| PREGUNTAS | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|-----------|------------|------------|
| 3 | 2 | 10% |
| 2 | 5 | 25% |
| 1 | 5 | 25% |
| 0 | 8 | 40% |
| 3 | 20 | 100% |

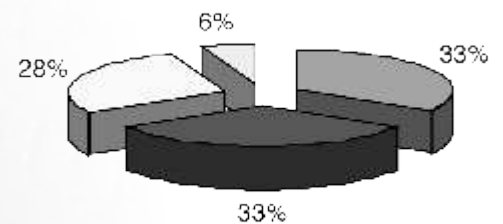
DISTRIBUCIÓN DE LO ALGORÍTMICO



♦CURSO 76: Lo Algorítmico

| PREGUNTAS | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
|-----------|------------|------------|
| 3 | 6 | 33% |
| 2 | 6 | 33% |
| 1 | 5 | 28% |
| 0 | 1 | 6% |
| 3 | 18 | 100% |

DISTRIBUCIÓN DE LO ALGORÍTMICO



ANÁLISIS DE RESULTADOS

Lo Analítico para el curso 77: caracteriza una muestra donde el 70% presenta deficiencias en el desarrollo de competencias de lo analítico y sólo el 5% posee esta competencia. Inferred por tanto: Los alumnos del curso 77 de la tecnología de mantenimiento presentan un bajo nivel de desarrollo en las competencias analíticas.

Lo algorítmico para el curso 77: caracteriza una muestra donde el 40% presenta deficiencias en el desarrollo de competencia algorítmica y sólo 10% posee esta competencia. Inferred por tanto que los alumnos del curso 77 de la tecnología de mantenimiento presentan un bajo nivel de desarrollo en las competencias algorítmicas.

Lo Analítico para el curso 76: caracteriza una muestra donde el 17% presenta deficiencias en el desarrollo de competencias de lo analítico y el 33% posee esta competencia. Inferred por tanto: Los alumnos del curso 76 de la tecnología de mantenimiento presentan un nivel medio de desarrollo en las competencias analíticas.

Lo algorítmico para el curso 76: caracteriza una muestra donde el 6 % presenta deficiencias en el desarrollo de competencia algorítmica y el 33% posee esta competencia. Inferred por tanto que los alumnos del curso 76 de la tecnología de mantenimiento presentan un nivel medio de desarrollo en las competencias algorítmicas.

CONCLUSIONES

En este estudio determinamos que: la mayoría de los alumnos dispone de un reducido y pobre espectro de estrategias cognitivas y meta cognitivas.

Hemos observado que un número importante de estudiantes necesita de referenciales externos permanentes (compañeros, profesores, etc.) para realizar las diferentes actividades del área de matemáticas y/o controlarlas, no recurren de manera espontánea a estrategias metacognitivas.

El sistema educativo en general parece no proporcionarles o no formarlos en el desarrollo de herramientas o mecanismos internos de control.

En general, no saben resolver ni enfrentar situaciones nuevas. Lo fundamental para los alumnos es saber resolver "un tipo de problemas". Entonces sólo se trataría de practicar. "La práctica puede perfeccionar lo que uno ya sabe hacer.

Se concluye que la mayor parte de los alumnos no procesan las etapas de resolución de problemas, necesitando modelos de enseñanza activos en Matemática.

A modo de consideraciones finales, queremos destacar por un lado que nuestro trabajo ha mostrado la posibilidad de mejorar las estrategias para resolver problemas de los estudiantes de la escuela de suboficiales y la incidencia positiva que este aprendizaje tiene en su rendimiento en el área de las matemáticas.

- ♦ Los docentes de matemáticas deben tener en cuenta las competencias que generan en sus estudiantes, por que de ello dependen la comprensión de la matemática y su integración con los demás campos del saber, generándole emotividades en contra de los procesos.

- ♦ Se debe organizar el proceso de enseñanza aprendizaje a fin de orientar el trabajo del profesor en el desarrollo de habilidades heurísticas y metacognitivas, utilizando métodos activos de enseñanza y técnicas grupales. Así se favorece la motivación de los estudiantes, se permite conocer sus potencialidades y aplicar sus capacidades en la Solución de Problemas (capacidad analítica y algorítmica), lo cual asegura mayor calidad al proceso de aprendizaje.

- ♦ Analizando los resultados obtenidos se sugiere que se debe implementar procesos de enseñanza en matemáticas que permitan el desarrollo de competencias en los alumnos de lo analítico, de lo algorítmico y de la integración analítico-algorítmico para la comprensión, integración y desarrollo de lo tecnológico aeronáutico.

- ♦ Toda nuestra actividad comunicativa está ligada a un intento de ser relevantes. Ser relevantes es modificar más el mundo mental del otro con menos recursos. Esta es en realidad, la acción fundamental que está guiando toda la labor del profesor. Desde ese punto de vista, el planteamiento que estamos trabajando tiene implicaciones educativas a muy largo plazo.

- ♦ Los docentes de matemáticas deben diseñar instrumentos que en horas de acompañamiento o de horas del alumno le permitan desarrollar las competencias analíticas y algorítmicas que corresponden a procesos de operaciones básicas de la matemática.

- ♦ Estimular en los docentes procesos de investigación similares que nos permitan conocer y orientar los procesos de aprendizaje de los alumnos para que pueda cumplir eficientemente con su función en la tecnología de mantenimiento aeronáutico.

Bibliografía:

- ♦A, Castañeda, F, Fernández, S, Peral, J.C. (1997). *La resolución de problemas en las matemáticas del bachillerato*. Servicio Editorial. Universidad del País Vasco.
- ♦Polya, G. (1965). *Cómo plantear y resolver problemas*. Trillas, México. [Versión en español de la obra how to solve it publicada por Princeton University Press en 1945]
- ♦Polya, G. (1966). *Matemáticas y Razonamiento Plausible*. Tecnos, Madrid. [Versión en español de Mathematics and Plausible Reasoning publicada por Princeton University Press en 1954].
- ♦Polya, G. (1962). *Mathematical Discovery* (2 vol). John Wiley & Sons, New York.
- ♦Puig, L (1996). *Elementos de resolución de problemas*. Colección Mathema. Editorial Comares. Granada.
- ♦Freudenthal, H.(1991). *Revisiting Mathematics Education*. Kluwer Academic Publishers. Duval, R. (1999). *Semiosis y pensamiento humano*. Registros