

ECOLOGÍA
Introducción a la Aplicación Matemática

ALBERTO RAMÍREZ GONZÁLEZ

CONTENIDO

I. BASES MATEMÁTICAS	1
1. Tipos de variables	1
2. Sistema métrico decimal	2
3. Redondeo	3
4. Errores	4
5. Ecuaciones	4
6. Razones y proporciones	7
7. Promedios	9
8. Homologación de información	13
9. Distancia	21
II. FUNCIONES LINEALES	25
1. Formulación explícita	25
2. Regla de tres directa	36
3. Razones	38
4. Porcentajes	40
5. Formulación implícita	44
III. FUNCIONES NO LINEALES	49
1. Introducción	49
2. Función hiperbólica	53
3. Exponentes y logaritmos	57
4. Función exponencial	60
4.1. Crecimiento poblacional	60
4.2. Descomposición de la materia orgánica	65
4.3. Atenuación de luz	66
4.4. Economía ambiental	68
5. Función de potencia	71
5.1. Alometría	71
5.2. Otros tópicos	81
6. Función logarítmica	88
7. Funciones más complejas	90

IV. ALGEBRA MATRICIAL	93
1. Definiciones	93
2. Operaciones básicas	95
3. Determinantes	102
4. Inversión de una matriz	104
5. División de matrices	106
6. Valores propios	106
7. Sistemas lineales	108
V. APLICACIÓN DE MATRICES A TÓPICOS AVANZADOS EN ECOLOGÍA	119
1. Análisis de regresión lineal	119
2. Análisis de componentes principales – ACP -	125
3. Funciones discriminantes	137
4. Cadenas de Markov	141
5. Matrices de proyección poblacional	149
VI. INTRODUCCIÓN AL CÁLCULO DIFERENCIAL	153
1. Tasa de cambio	153
2. Tasa instantánea	156
3. Derivadas	158
3.1. Funciones lineales	159
3.2. Funciones no lineales	161
VII. OPTIMIZACION	171
1. Conceptos básicos	171
2. Optimización de funciones	174
VIII. INTRODUCCIÓN A LA CONSTRUCCIÓN DE MODELOS Y A LA SIMULACIÓN	193
1. Introducción	193
2. Preliminares al modelo	196
3. Construcción de modelos y simulación	197
Resumen	219
Bibliografía	221
Índice alfabético	223

PRÓLOGO

Las Matemáticas representan en la historia del conocimiento alcanzado por el hombre, un hito, un lenguaje y una forma particular de estudiar y comprender el universo. Ellas partieron la historia del conocimiento en dos, dejaron atrás al dogmatismo y abrieron nuevas puertas al saber desde la revolución copernicana. Con esta nueva forma de develar el conocimiento se cimentaron las bases de la metodología de la investigación científica, los métodos, las técnicas e incluso los mismos instrumentos de investigación; desde entonces el mundo no ha podido ser explicado de otra manera.

Su importancia fue tal que de forma rauda muchas ciencias apropiaron y acopiaron sus desarrollos a su propia estructura metodológica y analítica, para de una forma aún más rápida, producir nuevos desarrollos matemáticos que fortalecieron los conocimientos internos de las distintas disciplinas. Vale mencionar que no siempre hubo éxito en este acoplamiento interdisciplinar y por ello algunas ramas de las Ciencias Sociales aún divagan en su proceder metodológico.

Para la Biología las Matemáticas definieron un derrotero de investigación rígido y cuantitativo, tal como ocurrió en otras ciencias como la Astronomía, la Física y la Química. La génesis de la Ecología como hija de la Biología, no pudo ser distinta. Las Matemáticas dentro de las Ciencias Biológicas marcaron dos caminos, uno aplicando los conocimientos existentes, y otro, creando desarrollos propios.

Este libro se refiere esencialmente a los primeros, es decir, a la transferencia de los desarrollos básicos de la Matemática al contexto de la Ecología y de la Biología; en tal sentido, no se pretenden ni alcanzan superlativos matemáticos por cuanto ese no es el propósito de la obra. Por el contrario, se ponen a disposición de biólogos y ecólogos aplicaciones matemáticas básicas pero contextualizadas a su disciplina; y la razón de este alcance modesto estriba en el hecho por todos conocido, que los matemáticos alcanzan un nivel alto de abstracción, que más que tender un puente de acercamiento disciplinar, generan, las más de las veces, una brecha que regularmente se traduce en aversión y fracaso educativo.

Esta obra busca entonces un acercamiento a las Matemáticas a partir de ejemplos explícitos que propicien una transferencia simple e inmediata, donde el lector trabaje cada tema desde situaciones conocidas y no a partir de abstracciones X, Y, Z que resultan desligadas e incomprendidas al estudioso de las ciencias naturales. La Matemática en abstracto, lleva como primera aproximación, a la memorización de procedimientos pero sin transferencia hacia aplicaciones prácticas del quehacer

cotidiano. Las abstracciones matemáticas son el camino obvio de esta ciencia, pero tal nivel resulta poco accesible para la mayoría de los neófitos.

Por lo anterior, este libro fluye de forma esencialmente aplicada con ejemplos resueltos en los cuales el lector puede seguir los procedimientos con una simple calculadora, pero, a la vez, se exponen ejercicios propuestos junto con su respuesta, para que el lector ponga a prueba lo aprendido en cada temática estudiada. Los ejemplos presentados son en su mayoría hipotéticos, pero se ciñen fielmente al comportamiento empírico de las variables estudiadas.

El libro parte de un nivel muy elemental equivalente al que se recibe en la educación secundaria y, por tanto, abre las puertas incluso a personas que han encontrado enorme dificultad en su acercamiento con las Matemáticas. Aun así, el libro logra niveles avanzados que le permiten al lector abordar problemas matemáticos multivariados, de optimización o de construcción de modelos y de simulación.

Se trata, por tanto, de un libro para estudiantes o egresados de Ecología y Biología que busquen fortalecer su formación disciplinar en lo atinente a la incorporación de elementos matemáticos a su trabajo regular o a las investigaciones científicas que acompañan su construcción del conocimiento.