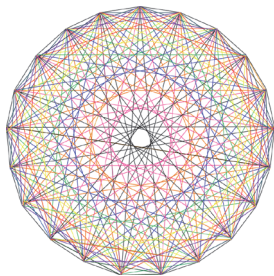


PROPORCIÓN,  
RELATIVIDAD, SIMETRÍA  
EN HOMBROS DE FIBONACCI,  
EINSTEIN Y GALOIS

Hernando Durán Castro





Proporción, relatividad, simetría

En hombros de Fibonacci,

Einstein y Galois



### COLECCIÓN SÉNECA

Por el accidentado campus de nuestra Universidad solía pasear libremente una amable e inquieta cabra, bautizada “Séneca” por los estudiantes, personaje a quien ninguna puerta le estuvo vedada y de apetito voraz por todo tipo de escrito. Mente amplia que rumió de forma placentera cuanta literatura estuvo a su alcance. A su memoria y al espíritu que la acompañó, sea dedicada la presente colección.

### Comité Editorial de la Universidad de los Andes

Decana de la Facultad de Artes y Literatura: Claudia Montilla; decano de la Facultad de Ciencias Sociales: Hugo Fazio; decana de la Facultad de Economía: Ana María Ibáñez; editor general: Julio Paredes; representante de los Profesores: Luis Quiroga; vicerrector de Asuntos Académicos: Carl Langebaek; vicerrector Administrativo y Financiero: Javier Serrano; vicerrectora de Investigaciones: Silvia Restrepo.

Proporción, relatividad, simetría

En hombros de Fibonacci,

Einstein y Galois

Hernando Durán Castro

Durán Castro, Hernando

Proporción, relatividad, simetría. En hombros de Fibonacci, Einstein y Galois / Hernando Durán Castro. – Bogotá: Universidad de los Andes, Vicerrectoría de Investigaciones, Ediciones Uniandes, 2015.

180 p.; 11 x 17cm. – (Colección Séneca)

ISBN 978-958-695-980-3

1. Ciencia – Colecciones de escritos 2. Proporción 3. Sección aurea 4. Relatividad (Física) 5. Electromagnetismo 6. Simetría I. Universidad de los Andes (Colombia). Vicerrectoría de Investigaciones II. Tít.

CDD 508.1

SBUA

Primera edición: abril del 2015

© Hernando Durán Castro

© Universidad de los Andes, Vicerrectoría de Investigaciones

Ediciones Uniandes

Calle 19 núm. 3-10, oficina 1401

Bogotá, D. C., Colombia

Teléfono: 3394949, ext. 2133

<http://ediciones.uniandes.edu.co>

[infeduni@uniandes.edu.co](mailto:infeduni@uniandes.edu.co)

ISBN: 978-958-695-980-3

ISBN e-book: 978-958-695-981-0

Corrección de estilo: Manuel Romero

Diagramación interior y de cubierta: Angélica Ramos y Jazmine Güechá

Impresión y acabados:

Editorial Kimpres S.A.S.

Calle 19 sur núm. 69C-17

Teléfono: 413 6884

Bogotá, D. C., Colombia

Impreso en Colombia – *Printed in Colombia*

Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida ni en su todo ni en sus partes, ni registrada en o transmitida por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico, magnético, electro-óptico, por fotocopia o cualquier otro, sin el permiso previo por escrito de la editorial.

*A mi esposa María Lucía por su constante apoyo.  
Y a mis nietos, Lorenzo, Eva, Antonieta y Manuela,  
para que algún día se diviertan leyéndolo.*





## Tabla de contenido

Prólogo	1
<b>I</b>	
<b>La proporción áurea</b>	<b>3</b>
Introducción	5
1. Definición matemática de la proporción áurea	6
<i>Irracionalidad (matemática) de la proporción áurea</i>	7
<i>Construcción geométrica</i>	8
<i>Triángulos áureos</i>	9
<i>Rombos y teselaciones</i>	11
<i>Pentáculo</i>	11
<i>Autosemejanza y fractales</i>	12
<i>Espirales áureas</i>	12
<i>Fracción continua</i>	14
2. Colores áureos	15
3. La proporción áurea y la sucesión de Fibonacci	17
<i>Cuadrados y rectángulos</i>	19
<i>Rectángulos y cuadrados</i>	21

4. Búsqueda de Fibonacci y de la proporción áurea	22
<i>Búsqueda con posición falsa</i>	28
5. Mapa logístico	31
Epílogo	36

## II

<b>Relatividad y electromagnetismo</b>	37
Introducción	39
1. Einstein y el electromagnetismo	40
2. Relatividad según Galileo y Newton	43
<i>Sistemas inerciales</i>	43
<i>Transformación de coordenadas</i>	43
<i>Principio de relatividad</i>	46
<i>Simultaneidad universal</i>	46
3. La crisis de fines del siglo XIX	48
<i>Experimento de Michelson y Morley</i>	48
<i>Contracción espacial de Lorentz-Fitzgerald</i>	50
4. Relatividad de Einstein	50
<i>Mediciones de espacio y tiempo</i>	51
<i>Reconciliación de los principios de relatividad galileana e invariancia de la velocidad de la luz</i>	52
<i>Patrones de medición de espacio y tiempo</i>	55
<i>Calibración de patrones de dos observadores</i>	55
<i>Sincronización de relojes en un sistema de referencia inercial</i>	55

<i>Medición de intervalos de tiempo de relojes en movimiento</i>	56
<i>Medición de distancias entre dos puntos en movimiento</i>	56
<i>Observaciones sobre los postulados anteriores</i>	57
5. Transformación relativista de coordenadas	58
<i>Transformación del tiempo</i>	66
6. Transformaciones de Lorentz	66
<i>Propiedades de la transformación de Lorentz</i>	67
<i>La transformación de Lorentz como corrección de la transformación galileana</i>	70
7. El nuevo espacio-tiempo	71
<i>Geometría del espacio-tiempo</i>	72
<i>Invariancia de la velocidad de la luz</i>	73
<i>Relatividad galileana</i>	75
8. Dilatación del tiempo	78
9. Contracción del espacio	80
10. Cinemática relativista	90
<i>Transformación de las velocidades</i>	90
11. Intervalo en el espacio-tiempo	92
<i>El intervalo no depende del sistema de referencia en el que se mide</i>	92
12. Cuadrivectores	92
13. Masa y <i>momentum</i>	95
14. Fuerza y energía	98
<i>Transformación de la fuerza</i>	99

<i>Conmutador de vectores y producto vectorial</i>	101
<i>Transformación de la fuerza y triple producto vectorial</i>	104
15. Electrodinámica clásica	104
<i>Desarrollo histórico</i>	104
<i>Carga eléctrica</i>	108
<i>Fuerza entre cargas estáticas</i>	109
<i>Interacción de cargas en movimiento</i>	115
16. Las leyes de la electrodinámica clásica a la luz de la relatividad especial	120
<i>Fuerzas entre conductores eléctricos</i>	123
<i>Magnetismo</i>	124
<i>Geomagnetismo</i>	127
17. Las ecuaciones de Maxwell	128
<i>Producto matricial, conmutador y nabla relativistas</i>	128
<i>Densidad de carga y de corriente</i>	130
<i>La cuádrimatriz del campo electromagnético</i>	131
Epílogo	133
<b>III</b>	
<b>Aproximación al monstruo</b>	135
Introducción	137
1. Átomos de simetría	138
2. Ejemplos	140
<i>Átomo de parejas</i>	140
<i>Átomo de ternas</i>	142

3. Relaciones entre número total de parejas, elementos y elementos por bloque	147
<i>Átomo de cuartetos</i>	149
<i>Átomo de quintetos</i>	151
<i>Átomo de sextupletas</i>	153
4. Representación de átomos de simetría mediante $M$ -gonos	154
<i>Supuesto: congruencia de los bloques</i>	155
<i>Representación de átomos de simetría por arreglo triangular</i>	156
5. Átomos de simetría y teoría de grupos	161
Epílogo	163



## Prólogo

Proporción, relatividad y simetría, tres conceptos a cual más cargados de significados y contextos diferentes en el arte, la ciencia y la filosofía. Divina *proportionis*, teoría de grupos, teoría especial de la relatividad, invenciones del intelecto humano en el diseño plástico-arquitectónico, la matemática abstracta y la estructura fundamental del espacio-tiempo. Leonardo de Pisa, más conocido como Fibonnacci, Evariste Galois y Albert Einstein, tres mentes prodigiosamente inquisidoras y creadoras de los siglos XII, XIX y XX.

¿Por qué reunidos en un mismo texto? Digámoslo de una vez: porque el conocimiento no tiene límites como divertimento de nuestra especie. Siempre habrá lugar para buscar algún atajo o paraje desde donde contemplar y maravillarnos con la realidad. Si hoy podemos ver más allá de lo que contemplaron nuestros antepasados, escribió Newton a un físico colega, es porque vamos sobre hombros de gigantes.





# I

## LA PROPORCIÓN ÁUREA

