

Símbolos, íconos, lexemas y terminología en el Tratado Subtilissimo de Aritmética y Geometría de Juan de Ortega (1536).

Resumen:

Existe entre los matemáticos la idea de que la terminología que emplean en la literatura técnica carece, en su mayoría, de las ambigüedades semánticas que aquejan a los vocablos que se emplean en la lengua natural (Kirshner, D. 1987, p.p. 26). En este artículo, se argumenta que para el lector inexperto sería lo contrario. Se propone un enfoque lingüístico para analizar el discurso técnico de Ortega que muestra muchas de las ambigüedades semánticas que se le presentarían durante la lectura de textos matemáticos. En particular se trata la polisemia de la terminología. También, se propone una distinción de tres niveles discursivos en Ortega que se distinguen morfológicamente.

Introducción

En años recientes ha aflorado un gran interés entre los matemáticos educativos por aplicar métodos de la lingüsti-

ca en el estudio del lenguaje de la matemática (vid. Kirshner, D., 1987). Este enfoque ha recibido un gran impulso debido quizá principalmente a las aplicaciones que ha tenido la gramática generativo-transformacional en la descripción y explicación de las lenguas naturales. Dentro de esta corriente lingüística de estudio del lenguaje matemático, este artículo explora el léxico empleado por el padre Juan de Ortega (c. 1512-1567) en la redacción de tres

**Bernardo Hernández-
Márquez Bolio**

Facultad de Matemáticas de la
Universidad Autónoma de Guerrero,
Chilpancingo, Guerrero.

problemas geométricos del capítulo *Reglas de Geometría* en su *Tratado subtilissimo de Aritmética y Geometría* (1536).

La razón principal para escoger este corpus en particular radica en que este estudio es parte de uno diacrónico más amplio sobre la terminología euclidea en español y el trabajo de Ortega es de los primeros documentos matemáticos escritos en esta lengua, cerca de 40 años antes de que apareciera la primera traducción del latín al castellano de *Los Elementos* de Euclides de Rodrigo Sambrano (Romo Santos, C. 1991). Aquí, intentaremos acercarnos al componente semántico desde un punto de vista lexicográfico.

Así pues, este trabajo lo hemos dividido en cuatro apartados. El primero da un panorama general del corpus y del vocabulario básico fundamental del español peninsular actual con el objeto de permitir una interpretación aproximada del corpus de Ortega. En el segundo, se establece la frecuencia de ocurrencia de tipos lexicales en los textos de los tres problemas geométricos considerados para luego compararlos con la frecuencia de uso del vocabulario fundamental del español (Juilland, A. y Chang-Rodríguez, E. 1964) con la intención de fundamentar el empleo terminológico del lexicón de Ortega. En el tercero, se consultan las definiciones en los diccionarios de Cobarruvias (1611) y de Nebrija (1492 y 1516) con el objeto de detectar el sentido polisémico de los sustantivos de Ortega. Por último, se da paso a la discusión sobre el carácter de la terminología matemática generalizando los resultados obtenidos a partir de Ortega.

1.0. Corpus

El corpus que empleamos proviene de los textos de tres problemas geométricos que aparecen en el *Tratado subtilissimo de Aritmética y Geometría* que

reproducen López, Navarro y Portela (1970)¹. Los tres problemas geométricos que se estudian proponen encontrar la distancia de un segmento de línea recta inscrito en un círculo (vid. Fig. 1) sugiriendo, a la vez, un procedimiento aritmético de solución casi algebraico si no fuera porque el autor emplea números en vez de letras. En la Figura 1 reproducimos los textos.

En una primera aproximación a la terminología de Ortega, se observa la frecuencia de lexemas empleados por él. De aquí, surge una lista de sustantivos cuyo rango se compara con el rango de la frecuencia de ocurrencia que tienen esas formas en el vocabulario básico del español peninsular así como se registra en un diccionario de frecuencias.²

Para obtener las frecuencias de ocurrencias del español peninsular, Juilland y Chang-Rodríguez recurrieron a un corpus compuesto por 500,000 palabras de texto corrido que se subdividió en cinco géneros o mundos semánticos que abarcan; a) el vocabulario del teatro, b) el vocabulario novelístico, c) el vocabulario ensayístico, d) el vocabulario periodístico y, e) el vocabulario técnico-científico en español. Esto condujo a 5024 entradas en un diccionario de frecuencias (DF) que corresponde al vocabulario básico del dialecto del español peninsular.

La subdivisión que Juilland y Chang-Rodríguez hacen por mundos semánticos, permite la clasificación de un vocablo dado como uno que se emplea principalmente en una situación y contexto en particular. En este trabajo, se considera que un vocablo empleado principalmente en una situación y contexto técnico-científico, equivale a un vocablo terminológico en la actualidad.

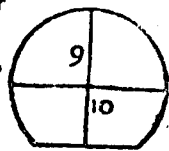
¹ López Piñero, J. M., Navarro Brotons, V. y Portela Marco E. (1976). *Materiales para la Historia de las Ciencias en España: S. XVI-XVII. Pre-Textos*. Valencia, España, p.p. 12-16.

² Juilland A. & Chang-Rodríguez E. (1964). *Frequency Dictionary of Spanish Words*. Mouton & Co., Londres.

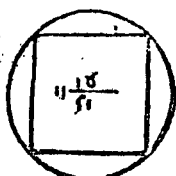
Reglas de geometría.

229

Problema 1 **Q**ue una tria la q̄ tiene por diámetro 10 varas: e tiene por diámetro 10 varas: e por la altura 9 varas. Demádo q̄ cuántas varas se a la tal tria por la cuerda: e faze así: toma la mitad del diámetro q̄ son 5, e q̄ta los 600, q̄ta la raíz q̄ dará 4. Después toma los 5, e multiplíca los por sí e montará 25, así mismo multiplíca los 4 por sí e montará 16. De los pes estos 16 q̄ta los 25, e quedará 9. De los q̄ta 9, toma la raíz cuadrada q̄ son 3, e doblalo e será 6, e tantas varas otras que torna la tal tria por cuerda.



Problema 2 **Q**ue una tria redonda la q̄ tiene por diámetro 16 varas: e la q̄ se dueño q̄re faze una torre q̄ orada: e mádo q̄ cuántas varas torna o secura cada q̄ orado: e faze así: multiplíca por sí las 16 varas q̄ tiene el diámetro e montará 256. De los q̄ta 256. e toma la mitad q̄ son 128, e q̄ta la raíz q̄ orada e los q̄ son 11 1/2, e tantas varas otras q̄ torna o secura cada q̄ orado.



Problema 3 **Q**ue un p̄bre tiene una tria redonda q̄ tiene por diámetro 10 varas: e este p̄bre e esta tria q̄re faze una torre q̄ este fecha e m̄rera o m̄rgulo: e mádo q̄ cuántas varas torna la tal torre por cada un triángulo: e faze así: multiplíca las 10 varas q̄ tiene el diámetro por sí e será 100. Después toma la mitad de las 100 varas q̄ son 50, e multiplíca los por sí e será 25. Los q̄ta los 600 e q̄ta los 100 e q̄ dará 75. Después 75 q̄ta la raíz q̄ orada q̄ son 8 3/4, e así otras q̄ torna la tal torre por cada triángulo 8 varas e 3/4 de vara. Si q̄quieres saber cuántas varas torna el tal m̄rgulo por p̄dicular bases así: p̄te los 75 por las 10 varas del diámetro e una ala p̄te 7 varas e 1/2 e tantas varas torna el p̄dicular del tal m̄rgulo.

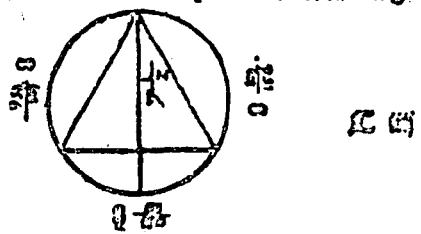


Figura 1.
Página que muestra los tres problemas geométricos de Juan de Ortega.

En el caso del vocabulario de Ortega, su comparación con una frecuencia actualizada únicamente confirma un empleo terminológico diacrónico desde 1500 hasta la fecha, particularmente si aparece predominantemente en el mundo técnico del DF. El hecho de que algún vocablo de Ortega aparezca en otro mundo semántico o que no aparezca, solo permite deducir una tendencia subyacente de cambio semántico,

propia de una lengua natural y su empleo. A continuación se verá la distribución de frecuencia de ocurrencia en los vocablos de Ortega:

2.0 Frecuencias de lexemas

Para clasificar la frecuencia de ocurrencias de los distintos lexemas, se contabilizó el total de palabras empleadas por el autor en la redacción de los

tres problemas. Seguido, se clasificaron por categoría gramatical (vid. Tabla 1.).

CATEGORIA	%
Sustantivos	28%
Modificadores	25%
Relacionantes	25%
Verbos	18%
Pro-Frases	4%

Tabla 1. Distribución de categorías gramaticales en Ortega.

También, se contabilizó el número de ocurrencias (tokens) en cada categoría (J. Lyons, 1976). Con esto, se obtuvieron dos índices distintos, uno para la frecuencia de uso por categoría gramatical y, otro para la frecuencia de uso en todo el corpus (354 vocablos en total). En promedio, Ortega emplea, 118 palabras y numerales para redactar cada problema (121 en el primero, 76 en el segundo y 157 en el tercero). Además, se auxilia con un esquema geométrico para cada problema. Esto último, nos ha permitido contar con un elemento extralingüístico para observar la denotación del texto y de los numerales.

Globalmente, Ortega emplea 60 tipos de lexemas (types) (J. Lyons, *ibid.*), diez dígitos indo-arábigos distintos y dos romanos en todo el corpus. Aunque parte de los tipos lexemáticos abarcan variantes, estas últimas no se registran debido a lo limitado del corpus. Por otra parte, debido al carácter denotativo de la terminología, nos enfocaremos exclusivamente en los lexemas sustantivales empleados por el autor (21 en total).

2.1. Sustantivos

Como «sustantivos» se clasificaron las palabras que denotaban algún objeto, ya sea concreto o abstracto. Su clasificación por tipos se hizo bajo veintidós

formas canónicas no-marcadas en género y número que abarcó 98 ocurrencias de sustantivos. El tipo que obtuvo la frecuencia global más alta (34 ocurrencias) correspondió al NUMERAL que denotó a todos los dígitos indo-arábigos y romanos, abarcando el 35% de todos los sustantivos y el 10% de todos los vocablos. Esta frecuencia tan alta merece un comentario aparte, razón por la cual trataremos al numeral como un nivel discursivo morfológicamente distinto del lexema (vid. Nivel discursivo simbólico-numérico). Asimismo, la inclusión de un esquema geométrico para cada problema geométrico, condujo a considerar otro nivel discursivo morfológicamente distinto de los demás. Para evitar confusiones, a este último nivel discursivo se le denominó *Nivel iconográfico* y, también, se le da un tratamiento por separado.

La frecuencia global más alta de tipo lexemático sustantival, correspondió a la forma canónica VARA con 18 ocurrencias, 18% de todos los sustantivos y 5% de todos los vocablos, seguida por DIAMETRO y TIERRA con seis ocurrencias, 6% de los sustantivos y 2% de los vocablos cada uno (vid. Cuadro 1).

De los restantes 20 tipos registrados, 12 de ellos corresponden a cerca del 4% de todos los vocablos con menos de un por ciento cada uno. Los otros ocho dan cuenta del 14% de todos los vocablos y 48% de todos los sustantivos.

De estos 20 lexemas tipo registrados en Ortega, solo 14 (menos del 10% de todos los vocablos y 35% de todos los sustantivos) aparecen registrados en el DF. Por otra parte, la distribución de frecuencia de estos 14 tipos es distinta entre el DF y Ortega. Mientras que en el DF la frecuencia (F) más alta corresponde a los tipos HOMBRE, MODO, TIERRA y MANERA no ocurre lo mismo en Ortega. Por otra parte, la F más baja en el DF corresponde a TRIANGULO mientras que en Ortega ocupa una de las F más altas, así como se mues-

CUADRO 1

PRIMITIVO	No. PALABRAS	FREC. TIPO	FREC. GLOB.	FREC. U	DICC. F	D
(1) NUMERAL	34	35%	10%	—	—	—
(2) VARA	18	18%	5%	—	—	—
(3) DIAMETRO	6	6%	2%	—	—	—
(4) TIERRA	6	6%	2%	209.24	244	87.75
(5) TRIANGULO	5	5%	1%	4.13	6	68.82
(6) TORRE	4	4%	1%	28.25	37	76.36
(7) MITAD	3	3%	1%	30.68	45	68.18
(8) MODO	3	3%	1%	203.67	256	79.56
(9) RAIZ	3	3%	1%	32.32	43	75.17
(10) ANCHURA	2	2%	—	31.48	50	62.99
(11) HOMBRE	2	2%	—	721.75	941	76.70
(12) PERPENDICULAR	2	2%	—	—	—	—
(13) CUADRANGULO	2	2%	—	—	—	—
(14) SAGITA	1	1%	—	—	—	—
(15) ARCO	1	1%	—	19.03	35	54.38
(16) CUERDA	1	1%	—	8.34	22	37.92
(17) DUEÑO	1	1%	—	15.00	23	65.22
(18) GEOMETRIA	1	1%	—	4.42	9	49.08
(19) MANERA	1	1%	—	115.49	128	90.23
(20) PARTICION	1	1%	—	—	—	—
(21) REGLA	1	1%	—	19.77	36	54.91
TOTALES	98	100%	28%	1308.32	1875	

Frec. Tipo = frecuencia de ocurrencia del tipo. Frec. Glob. = frecuencia de ocurrencia global. Frec. Dicc. U = Coeficiente de Uso general en el Diccionario de Frecuencias del español. Frec. Dicc. F = Coeficiente de frecuencia en el Diccionario de Frecuencias del español. Frec. Dicc. D = Frecuencia de dispersión en el diccionario de Frecuencias del español.

tra en las tres columnas del lado izquierdo del Cuadro I.

En el mismo sentido, el DF no considera tipos como DIAMETRO, VARA, PERPENDICULAR, CUADRANGULO, SAGITA y PARTICION, los cuales son parte esencial de los textos geométricos de Ortega. En lo referente a la comparación de estadísticos entre Ortega y el DF, hemos empleado el más común, el *coeficiente de correlación momento-producto de Pearson*, para observar el grado de correspondencia entre las distintas frecuencias, así como se muestra en la Tabla 2.

Mientras que la correlación interna de las frecuencias de Juilland y Chang-

Rodríguez es positiva y significativa (+ .87) al igual que la correlación interna de las frecuencias que obtuvimos en Ortega (+ 1.0), en lo referente a la correlación externa entre el DF y Ortega, esta tiende hacia el azar. Entre la F_1 del DF y la F_3 de Ortega, la correlación es de + .1; entre la F_1 y la F_4 de Ortega, la correlación es de + .07.

Hay que hacer notar que la F_1 del DF corresponde a la frecuencia global de todos los mundos semánticos, lo cual nos indica una falta de correlación significativa entre el vocabulario fundamental del español peninsular y el vocabulario empleado por Juan de Ortega para redactar sus problemas

TIPO	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	rF ₁ F ₂	rF ₃ F ₄
ANCHO	50	7	.0056	2		
ARCO	35	19	.0028	1		
CUERDA	22	7	.0028	1		
DUÑO	23	1	.0028	1		
GEOMETRIA	9	5	.0028	1		
HOMBRE	941	101	.0056	2		
MANERA	128	32	.0028	1		
MITAD	45	14	.0084	3		
MODO	256	86	.0084	3		
REGLA	36	20	.0028	1		
RAIZ	43	14	.0084	3		
TIERRA	244	42	.0169	6		
TRIANGULO	6	2	.0141	5		
TORRE	37	2	.0113	4	+ .87	+ 1.0

Tabla 2. Correspondencia entre las frecuencias de Juilland y Chang-Rodríguez, y Ortega. F₁ = Coeficiente de Frecuencia del Diccionario de Frecuencias. F₂ = Coeficiente de Frecuencia del mundo semántico técnico del DF. F₃ = Frecuencia global de Ortega. F₄ = Número de vocablos en Ortega. r = Coeficiente de correlación de Pearson.

geométricos. Por otra parte, y mucho más importante, la F₂ del DF que corresponde al mundo semántico técnico-científico del vocabulario español peninsular, también tiende hacia el azar. Es decir, la correlación entre la F₂ del DF y la F₃ de Ortega es de + .08 lo mismo que entre la F₂ y la F₄ de Ortega, lo cual indica, también, una falta de correlación significativa entre el vocabulario técnico-científico del DF y el vocabulario empleado por Juan de Ortega para redactar sus problemas geométricos. Esto, nos hace suponer que el vocabulario empleado por Ortega no tiende hacia un vocabulario fundamental del español ni hacia un vocabulario técnico hispánico. A continuación, se propone una distinción tri-partita de los textos de Ortega para aproximarnos más a su contenido semántico.

3.0. Análisis y clasificación de los elementos discursivos de Ortega

Para poder acercarnos al mundo semántico del vocabulario de Ortega,

proponemos que el análisis del texto de Ortega se subdivide en tres niveles discursivos distintos relacionados entre sí, en donde cada uno se construye 'morfológicamente' de manera independiente. Por un lado están los morfemas de carácter icónico que componen a las imágenes geométricas. Por otro se tienen morfemas de carácter fonético que construyen los vocablos del discurso, y por último Ortega emplea morfemas de carácter simbólico que construyen a un concepto abstracto de conmensuración, característica imprescindible del discurso matemático, y el cual ya ha sido un objeto de estudio en Hernández-Márquez (1989). Aquí, trataremos con mayor detalle a los dos primeros niveles discursivos remitiéndonos de manera muy superficial al tercer nivel discursivo. A continuación trataremos estos niveles.

3.1. Nivel Iconográfico

El nivel discursivo iconográfico de Ortega se compone de tres imágenes

o esquemas geométricos que catalizan a cada uno de los problemas matemáticos señalados en la figura 1, y a su vez, a todo el sentido temático del corpus. Sus morfemas icónicos son:

- (A) círculo
- (B) semi-círculo
- (C) rectángulo
- (D) triángulo rectángulo
- (E) línea transversal, perpendicular
- (F) ángulo rectángulo
- (G) ángulo agudo
- (H) cateto (lado de triángulo rectángulo)
- (I) hipotenusa (lado más grande de triángulo rectángulo)
- (J) cuerda (línea recta que corta un círculo)

Todos estos elementos icónicos se encuentran distribuidos de manera distinta entre las tres imágenes, con algunas mostrando algunos morfemas icónicos, y otras mostrando otros. Así, por ejemplo, la imagen en el cuadrante derecho superior sólo muestra los morfemas icónicos (B), (I), (E) y (F). Sin embargo, por analogía con las otras dos imágenes, presupone todos los demás morfemas icónicos señalados arriba.

A su vez, estos morfemas icónicos se implican entre sí desde el momento en que cada uno de ellos puede describirse con otro. Así, por ejemplo, un 'rectángulo' (C) puede ser descrito con 'cuerdas' (J) si está inscrito en un 'círculo' (A) como en el cuadrante medio derecho señalado con el PROBLEMA 2 de la figura 1, como también por 'ángulos rectángulos' (F), que a su vez se muestran con mayor detalle en el esquema inferior señalado por el PROBLEMA 3. En este último esquema coinciden todos los morfemas icónicos señalados, salvo, posiblemente, el (C) que se presupone del esquema previo. Esta relación entre lo que presupone el esquema y lo que denota, sólo es interpretable en la medida en que se relaciona anafórica y catéforicamente con el nivel discursivo lexemático y con el

nivel simbólico-numérico, por lo tanto, a continuación veremos con mayor detalle el nivel discursivo lexemático.

3.2. Nivel discursivo lexemático

Uno de los problemas principales al que se enfrenta un lingüista o un lexicógrafo al querer abordar un registro especializado como el de Ortega, radica en la polisemia versus la monosemia de los términos empleados. En el caso concreto del discurso de Ortega ocurre un alto grado de polisemia. Así, por ejemplo, un enunciado como:

(1) *Es una t(ie)rra la q(ua)l es mayor q(ue) medio arco...*

plantea una serie de problemas de tipo semántico tanto por lo arcaico del lenguaje como por los distintos sentidos que pudieran tener las palabras. Sin embargo, según H. Sinclair (1990; comunicación personal), una de las características del lenguaje matemático es que a diferencia de las lenguas naturales, construye sus propios sistemas de significación y sintaxis. Así pues, un enunciado como el (1) que pudiera interpretarse semánticamente por:

(2) Existe ((un terreno x) tal que ((x es mayor que) (medio arco))))).

carece, de cualquier manera, de un sentido referencial concreto desde el momento en que su significado es totalmente hipotético ya que su autor no nos está señalando un objeto particular en el mundo real en que se circunscribe. Por un lado, porque 'terreno' denota un 'área delimitada', mientras que 'arco' (en el sentido de 'arco' y 'flecha') denota 'un segmento de línea curva' que no contiene nada absolutamente y, por lo tanto, no tiene sentido hablar de 'un área mayor que un no-área' desde el momento en que se comparan dos cosas en la lengua natural. Para usar un ejemplo análogo, no tendría sentido pragmático decir:

*(3) *Es una casa la cual es mayor que media hora.*⁴

cuando se describiera el volumen de una construcción. Lo único que resalta de este enunciado de Ortega es la concordancia sintáctica de ARCO con TIERRA. Por otro lado, resulta difícil (si no imposible) documentar un instrumento, o una ballesta de las dimensiones mencionadas por Ortega. A lo que se parece referirse Ortega es a un esquema que asemeja las formas espaciales representadas por ese instrumento. Y efectivamente, si se observa el esquema del cuadrante derecho superior, se apreciará una imagen visual reducida de dicho instrumento. Es sólo ante este co-texto que los significantes de Ortega adquieren un significado co-referencial, en donde TIERRA se refie-

re a 'semi-círculo' por extensión, desplazando y co-existiendo a la vez con el uso común registrado en el *Tesoro de la Lengua Castellana* de Cobarruvias (1611).

Así pues, esto nos lleva a considerar otro posible sentido distinto para los lexemas TIERRA y ARCO, que en el caso del texto de Ortega se relaciona con el nivel discursivo iconográfico. "Tierra" no significa 'tierra' ni "arco" 'arco', sino los morfemas icónicos (B) 'semi-círculo' y, (A) 'círculo', respectivamente. Es decir, la denotación de (1) sería;

(4) Existe ((un semi-círculo x) (tal que ((x es mayor que)(medio círculo))))).

lo que a fin de cuentas, resulta ser el postulado inicial que permite resolver el primer problema matemático que plantea Ortega.

⁴ Se emplea el asterisco "*" para indicar que es un enunciado anómalo.

CUADRO 2. S.M. = sentido matemático; S.N.-M. = sentido no-matemático; REF. = referente (+) concreto/(-) abstracto.

ORTEGA	NEBRIJA	COBARRUVIAS			
PRIMITIVO	ETIMOLOGIA	SIGNIFICADO	S.M.	S.N.-M.	REF.
VARA	Lat. vina,-as	medida de un brazo	—	+	—
DIAMETRO	Gr. diámetros	línea que parte igualmente la figura	+	—	—
TRIANGULO	Lat. triangu- lus, a, um.	figura de tres rincones	+	—	+
MITAD	Lat. dimidium	media del entero	—	+	—
RAIZ	Gr. rhiza	extremo de alcácel	—	+	+
ANCHURA	Lat. latitud, inis	por lo amplio	—	+	—
PERPENDICULAR	at. perpen- diculum	plomo de albañil	—	+	+
CUADRANGULO	Lat. quadran- gulus, a, u.	figura de cuatro rincones	+	—	+
SAGITA	Lat. sagitta, ae,	flecha	—	+	+
ARCO	Lat. arcus, us	instrumento en forma de semi- círculo	—	+	+
CUERDA.	Lat. chardo	cinta	—	+	+
GEOMETRIA	ar. geometria	medida de la tierra	+	—	—
PARTICION	Lat. partitio/ unis	division, separador	+	+	—
REGLA	Lat. regula, ae	norma, precepto.	+	+	—

3.2.1. Definiciones sincrónicas de lexemas sustantivales de Ortega según el Tesoro de la Lengua Castellana (1611).

Como una primera aproximación a los tipos lexemáticos sustantivales registrados en el CUADRO 1, separamos a aquellos clasificados con NUMERAL que más bien pertenecen al tercer nivel de análisis discursivo, y también a los tipos lexemáticos que de manera transparente tenían un sentido no-matemático según el índice de Juilland y Chang-Rodríguez. Dentro de esta última clasificación se encuentran los tipos TIERRA, TORRE, MODO, HOMBRE, DUEÑO, y MANERA. En todos estos casos, el empleo que Ortega hace de ellos puede ser tanto metafórico, como en el caso de "tierra" de la (1), como un mero caso de designación. Los catorce restantes se muestran en el cuadro 2. Como se podrá observar del cuadro 2, sólo cuatro tipos lexemáticos tienen un sentido monosémico matemático: DIAMETRO, TRIANGULO, CUADRANGULO y GEOMETRIA. Todos los demás muestran polisemia cuando se considera que se emplean con un sentido matemático por Ortega, al igual que cuando se consideran sus definiciones en el diccionario de Cobarruvias; es decir, que el sentido matemático de la cuarta columna debería aparecer marcado positivamente con todos los tipos lexemáticos sustantivales debido al contexto matemático del texto de Ortega, aunque el *Tesoro de la Lengua Castellana* no contengan una definición matemática. La sexta columna nos indica cuáles términos son considerados abstractos (—), y cuáles concretos (+). De los términos abstractos, sólo dos son términos monosémicos: DIAMETRO Y GEOMETRIA. Los otros dos términos monosémicos matemáticos son de carácter concreto: TRIANGULO Y CUADRANGULO. El resto de los términos abstractos son de carácter polisémico (abstracto-

polisémico: VARA, MITAD, ANCHURA, CUERDA, PARTICION y REGLA). Por otra parte, todos los demás términos concretos también son polisémicos (concreto-polisémico: RAIZ, PERPENDICULAR, SAGITA y ARCO). Es decir, en los tres problemas geométricos de Ortega proliferan sustantivos polisémicos (por sobre vocablos monosémicos) que se emplean de manera muy precisa para designar esquemas geométricos particulares así como se observa en el Problema 1.

Problema 1.: *Es una TIERRA (terreno/semicírculo) la q(ua) es mayor q(ue) medio ARCO (instrumento en forma de semi-círculo/medio círculo): y tiene por diámetro 10 VARAS (medida de un brazo): y por SAGITA (flecha) 9 VARAS (medida de un brazo) dem(o)do q(ue) qua(n)tas VARAS (medida de un brazo) te(nder) a la tal TIERRA (terreno/semicírculo) por la CUERDA (cinta/cuerda)....*

Resumiendo lo anterior, se observa que los nuevos significados reconstruidos icónicamente corresponden todos ellos a vocablos polisémicos. En el caso de DIAMETRO, término monosémico matemático, su comparación con su significado actual nos indica que ha sufrido un cambio semántico en su campo de significación monosémico, pero que de ninguna manera lo emplea Ortega metafóricamente. El caso de VARA es interesante también, desde el punto de vista diacrónico, en vista de que en la actualidad su uso no contempla 'una medida de longitud', lo que nos indica que ha caído en desuso el sentido de Ortega, restringiéndose a un sentido no-matemático. La segunda parte del PROBLEMA 1 corresponde a la 'resolución del problema' planteado arriba por Ortega.

Tanto en el PROBLEMA 2 como en el 3, se repite el mismo patrón de reconstrucción de significado para los sustantivos polisémicos, mientras que

se respeta el mismo significado para los significados monosémicos. Otro aspecto importante de la reconstrucción de significados por Ortega radica en que esta reconstrucción no está restringida a una sola ocasión, sino que puede darse hasta dos y más veces con el mismo segmento geométrico, así, por ejemplo: (5) ...toma la MITAD d(e)l DIAMETRO q(u)e son 5 y q(ui)ta los d(e)los 9 d(e)la sagita y q(ue)dará 4...

en donde MITAD DEL DIAMETRO pasa ahora a significar 'radio', y posteriormente por la intervención del nivel de discurso simbólico-numérico se reconstruye en 'hipotenusa' de un 'triángulo rectángulo' implicado, que es lo que permite encontrar el valor numérico de la 'media de longitud' de la 'cuerda' por medio de una expresión ecuacional denominada El Teorema de Pitágoras que a continuación trataremos.

3.3 Nivel discursivo simbólico-numérico

Este nivel discursivo simbólico-numérico se tratará aquí de manera muy general en vista de que ya se ha tratado en otro lado (vid. Kirshner, D. 1987; Hernández-Márquez, B. 1989). Este nivel se compone, fundamentalmente, de una estructura de base (Chomsky, N.A., 1957) que produce recursivamente distintas cantidades numéricas por medio de reglas de base y reglas de movimiento de constituyentes. La estructura de base para el caso de todos los problemas de Ortega consiste en construir una expresión ecuacional del tipo:

$$(6) a^2 + b^2 = c^2$$

Aquí, al igual que con el nivel discursivo icónico, la interacción con el nivel lexical es constante. Así, por ejemplo:

(7)... toma los 5 y MULTIPLICAR los por si y mo(s)t(r)ara 25.

(8)... assi mismo MULTIPLICAR los 4 por si y mo(s)t(r)ara 16.

(9)... estos 16 QUITAR los d(e)los 25 y quedara 9...

(10)... de los q(ua)les 9 TOMAR la RAZ CUADRADA q(ue) son 3...

en donde se observa que los lexemas verbales están indicando la operación aritmética correspondiente que señala la expresión ecuacional (11):

$$(11) c^2 - b^2 = a^2$$

que no es sino una transformación de la expresión ecuacional (6). Como comentario al margen y simplemente con la intención de ubicar el argumento matemático de Ortega, señalaremos que todos sus problemas aritméticos presuponen un valor de π de 3.0, y no el valor actual de 3.14159... Un último punto que vale la pena señalar en torno a este nivel, consiste en observar que el nivel simbólico-numérico de Ortega establece co-referencia anafórica y catafórica tanto con el nivel icónico, como en el nivel lexemático, es decir, que los símbolos numerales aparecen reescritos en las imágenes o esquemas, mientras que las operaciones aritméticas y los conceptos geométricos a los cuales se refieren los números aparecen lexicalizados.

4.0. Discusión

Por lo que arriba hemos expuesto, se desprende, desde un punto de vista lingüístico, que el discurso matemático de Ortega se puede analizar como un todo compuesto por tres niveles morfológicos distintos; uno simbólico-numérico, otro icónico-geométrico y otro lexemático-fonético, en donde es el último, el que más se aproxima al empleo común por los hablantes de una lengua natural en particular, y por tanto, el que más está sujeto a ser la causa de gran parte de las interferencias y de las ambigüedades en la lectura de textos matemáticos, especialmente para aquellos que no son especialistas. La comparación del nivel lexemático con

CUADRO 3. Comparación de significados en Cobarruvias, denotación en Ortega, y definiciones euclidianas.

LEXIA	SGDO. Cobarru.	SGDO. ICONICO	Def. Euclidianos
PERPENDICULAR	plomo de un albañil	segmento de un diámetro	Libro I Def. 10
TIERRA	terreno de siembra	semi-círculo	Libro I Def. 10
TIERRA REDONDA	terreno circular	círculo diámetro	Libro I Def. 15 Libro I, Def. 17
DIAMETRO	línea que parte igualmente la figura		
SAGITA	flecha	segmento de un diámetro	Libro I Def. 4
ARCO	instrumento en forma de semi-círculo	medio círculo	Libro III Def. 7 Libro I, Def. 4
CUERDA	cinta	cuerdas, línea recta que corta un circuito	

sus correspondientes definiciones en diccionarios de la época, nos mostró que Ortega emplea muchos sentidos no consignados en ellos, y que su empleo es fundamentalmente de carácter denotativo, refiriéndose artificialmente tanto al nivel icónico, como al nivel simbólico-numérico incluido en el texto.

Por otra parte, la comparación de frecuencias de empleo de vocablos con un diccionario actualizado de frecuencias nos mostró que los vocablos empleados por Ortega para redactar sus tres problemas geométricos no tienden hacia un vocabulario básico de la lengua española peninsular, ni hacia un vocabulario técnico hispánico, sino que, por el contrario, elabora en gran parte sus propios significados valiéndose para ello de expresiones sustraídas de otros contextos y situaciones.

Hasta qué punto hereda Ortega su terminología, es una cuestión difícil de saber, aunque es muy probable que gran parte haya provenido de *Los Elementos* de Euclides ya que todos los conceptos matemáticos empleados por

Ortega se pueden encontrar en los libros I a IV de *Los Elementos Geométricos*, traducido por el Instituto de Investigaciones Filosóficas de la UNAM (1944) del griego al español, así como una parte sustancial de sus vocablos (vid. Cuadro 3). Esto último, nos indica un empleo continuo de gran parte de su terminología desde 1500 hasta este siglo, razón por la cual es de suponerse un alto grado de ambigüedad durante la comprensión de lectura de esos textos, particularmente entre los alumnos de primaria y secundaria que los leen en sus escuelas como problemas geométricos refritos en libros de texto.

También, es de observarse que la adecuada interacción de los tres niveles discursivos permite descubrir la coherencia del discurso global, asunto que no se visualiza a partir de la lectura superficial de los vocablos, sino después de un análisis detallado y cuidadoso de todos los elementos del texto matemático ya que cada nivel discursivo contempla sus propias reglas de formación, distintas de las demás.

En conclusión, sólo diremos que los textos matemáticos de Ortega nos muestran qué tan engañosa puede ser una terminología cuando ésta se construye con expresiones comunes a una lengua natural haciendo al lector pensar que los términos que lee se refieren a las

nociones comunes que maneja, cuando en realidad los conceptos contenidos ameritan un tratamiento diferente y discriminativo para darles claridad. He aquí una tarea en donde la lingüística pudiera dar aportaciones a la matemática educativa.

5.0 Bibliografía

- ALPIZAR, C.R.** (1990). "El lenguaje y su importancia para la ciencia". En E.L.A. Vol. II, p.p. 86-101. México.
- BENIERS, E.** (1990). "La derivación en la gramática y en el diccionario". En E.L.A. Vol. 11, p.p. 102-115, México.
- CORRALES, C.Z.** (1989). *El campo semántico 'dimensión' en Español*. Aula de Cultura, Tenerife.
- COSERIU, E.** (1978). *Gramática, semántica, universales*. Gredos, Madrid.
- COSERIU, E., Geckler, H.** (1981). *Trends in structural semantics*. Gunter Narr Verlage, Tübingen.
- EUCLIDES DE ALEJANDRIA** (1944). *Elementos de Geometría*. Trad. García Bacca, J.D., IIF-UNAM. México.
- HAENSCH, G.** (1986). "La crítica de diccionarios". En Boletín de la Academia Norteamericana de la Lengua Española, No. 6-7, p.p. 53-62, E.E.U.U.
- HERNANDEZ-MARQUEZ, B.B.** (1989). "Sintaxis del álgebra elemental: Un sistema generativo de expresiones y ecuaciones básicas". En

- Ciencia, Revista de la Investigación, U.A.G., Vol. 2-3. Chilpancingo.
- IGNATIEVA, S.N.** (1990). "El análisis definicional como un método de investigación semántica: Un ejemplo de aplicación". En E.L.A. Vol. 11, p.p. 116-129, México.
- KIRSHNER, D.** (1987). *The grammar of symbolic elementary algebra*. Tesis Doctoral. U. of British Columbia, Canadá.
- LYONS, J.** (1976). *Semantics*. OUP. Oxford.
- MALKIEL, Y.** (s.f.) "The lexicographer as a mediator between linguistics and society". (fotocopia).
- MARTIN, R.** (1986). "Esquema de un análisis formal de la polisemia". En E.L.A. Vol. 4, No. 5, p.p. 48-65. México.
- McDAVID, R.** (1979). "The social role of the dictionary". En Papers on lexicography, p.p. 17-28.
- ORTEGA, J.** (1534). *Tratado subtilissimo de Aritmética y Geometría*. (fotocopia). España.
- SINCLAIR, H.** (1990). "Comparative linguistics and constructivist psycho-linguistics". En Memorias del Segundo Coloquio Mauricio Swadesh. En prensa. México.

Diccionarios

- Diccionario básico del español de México*. (1988).
- COBARRUVIAS, H.** (1611). *Tesoro de la lengua castellana*.
- Diccionario de Autoridades*. (1726).
- Diccionario Corrientes. Español-Árabe*. (1986).
- Diccionario Crítico-Etimológico*. Corominas. (1976).
- D.R.A.E.* 2a. Ed. (1780).

- D.R.A.E.* 6a. Ed. (1822).
- Diccionario Lexikon*. (1988)
- Frequency Dictionary of Spanish Words*. (1964). Juilland A. y Chang-Rodríguez E.
- NEBRIJA, A. E.**, (1492). *Diccionario Latino-Español*.
- NEBRIJA, A.E.**, (1516). *Diccionario Romance-Latin*.

Nota: Agradezco al Dr. Fernando Castaños Zuno del CELE-UNAM, sus valiosos comentarios y críticas a este trabajo.