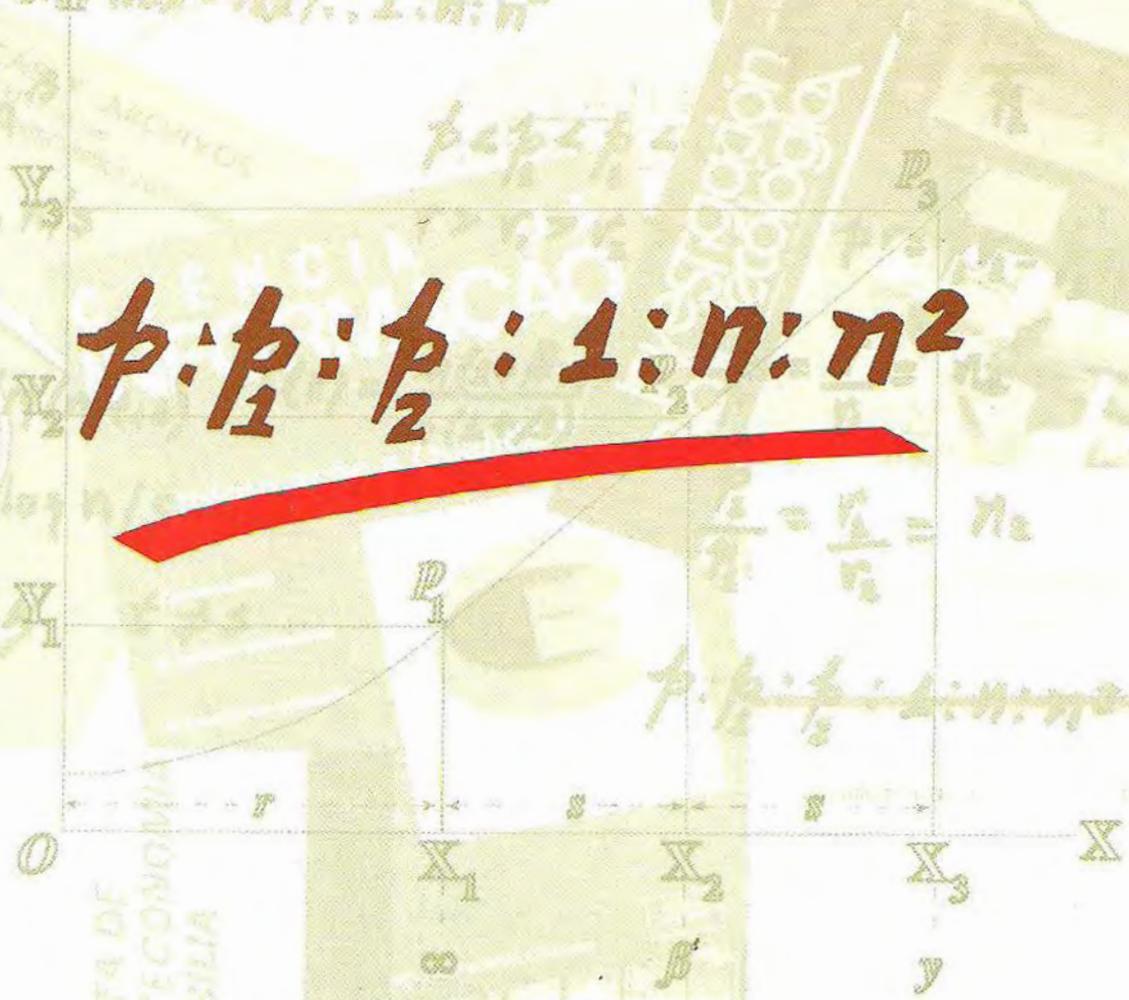


Salvador Gorbea Portal

EL MODELO MATEMÁTICO DE BRADFORD

su aplicación a las revistas latinoamericanas de las ciencias bibliotecológica y de la información

$$p : \frac{p}{2} : \frac{p}{4} : 1 : n : n^2$$



El modelo matemático de Bradford
su aplicación a las revistas latinoamericanas de las
ciencias bibliotecológica y de la información

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

DR. JOSÉ SARUKHÁN KERMEZ

Rector

DR. JAIME MARTUSCELLI QUINTANA

Secretario General

DR. SALVADOR MALO ÁLVAREZ

Secretario Administrativo

DR. ROBERTO CASTAÑÓN ROMO

Secretario de Servicios Académicos

LIC. RAFAEL CORDERA CAMPOS

Secretario de Asuntos Estudiantiles

DRA. MA. DEL REFUGIO GONZÁLEZ DOMÍNGUEZ

Abogada General

DR. HUMBERTO MUÑOZ GARCÍA

Coordinador de Humanidades

LIC. ELSA M. RAMÍREZ LEYVA

Directora del CUIB

LIC. MARTHA A. AÑORVE GUILLÉN

Secretaria Académica del CUIB

Serie:

Monografías 21

El modelo matemático de Bradford

**su aplicación a las revistas latinoamericanas de las
ciencias bibliotecológica y de la información**

Salvador Gorbea Portal



Universidad Nacional Autónoma de México

1996

QA274 Gorbea Portal, Salvador

G67 *El modelo matemático de Bradford : su aplicación a las revistas latinoamericanas de las ciencias bibliotecológica y de la información* / Salvador Gorbea Portal — México : UNAM, Centro Universitario de Investigaciones Bibliotecológicas, 1996.

152 p. : — (Monografías ; 21)

ISBN:968-36-5673-0

1. Ley de Bradford 2. Modelo matemático de Bradford
3. Modelos matemáticos 4. Literatura bibliotecológica -
Publicaciones periódicas I. t.

Diseño de portada: D.G. Ignacio Rodríguez

D.G. Mario Ocampo

Primera Edición 1996

**DR © Universidad Nacional Autónoma de México
Ciudad Universitaria, 04510, México, D.F.**

Impreso y hecho en México

ISBN:968-36-5673-0

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
I. INTRODUCCION	1
1.1 Antecedentes y objetivos del estudio	4
II. EL MODELO MATEMATICO DE BRADFORD	11
2.1 Origen y análisis del modelo matemático de Bradford	13
2.2 El modelo y su postulado teórico	19
2.3 El multiplicador de Bradford	22
2.4 La representación gráfica	25
2.5 La aplicación práctica del modelo	29
III. REPERCUSION DEL MODELO MATEMATICO DE BRADFORD EN LA LITERATURA ESPECIALIZADA	33
3.1 Su aplicación y estudio en América Latina	54
IV. APLICACION DEL MODELO MATEMATICO DE BRADFORD A LAS REVISTAS LATINOAMERICANAS DE LAS CIENCIAS BIBLIOTECOLOGICA Y DE LA INFORMACION	71
4.1 Fuente, metodología y técnicas utilizadas	73
4.1.1 Fuente	73
4.1.2 Metodología y técnicas utilizadas	74
4.2 Análisis de los resultados	75
4.2.1 Principales publicaciones en la temática, según el modelo de Bradford	75
4.2.2 Comprobación estadística del comportamiento de la muestra observada	81
4.2.3 Densidad de artículos por zonas	84
4.2.4 Características de la dispersión	86
4.2.4.1 Fecha de publicación	86
4.2.4.2 Lugar e idioma de publicación	87

El modelo matemático de Bradford

4.2.4.3 Tipo y cantidad de autores	90
4.2.4.4 Principales áreas temáticas	92
4.2.4.5 Cobertura geográfica	96
V. CONSIDERACIONES FINALES	101
— ANEXOS	107
— APENDICE: CARACTERISTICAS DE LA LITERATURA BRADFORDIANA: BRADFORD VS BRADFORD	115
Bibliografía selectiva sobre el modelo matemático de Bradford	125
Índice de Autores	143
Índice de Títulos	147

I. Introducción

El crecimiento de la producción científica en las Ciencias Bibliotecológica y de la Información, así como el interés que para las Ciencias Sociales ha alcanzado el proceso de matematización del conocimiento científico, han propiciado un aumento en el afán de conocer la proporción cuantitativa en la que se concentra y dispersa la información que en las Ciencias Bibliotecológica y de la Información aparece publicada en las revistas científicas. Ello ha permitido formalizar matemáticamente uno de los fenómenos que caracterizan al desarrollo científico y técnico actual; nos referimos tanto a la integración como a la diferenciación de la ciencia.

La integración provoca la dispersión de artículos en publicaciones científicas vinculadas con un determinado perfil temático pero que no son necesariamente especializadas en ese tema, y la diferenciación contribuye a formar la reacción contraria: provocar el surgimiento de nuevas especialidades que tienen sus propios canales de comunicación científica.

Este comportamiento de la ciencia actual, señalado por Zakutina y Priyenikova (1983, p. 46), condiciona una de las regularidades de la información científica y técnica denominada concentración-dispersión de la información, es decir; la presencia de una parte de los artículos que se producen sobre un tema específico y que se concentra en determinados títulos de revistas altamente especializadas, y la dispersión de la otra parte de estos artículos que aparecen publicados en un gran número de títulos de revista relacionadas con el perfil del tema.

Otra de las causas que condicionan el comportamiento de esta regularidad radica en que el desarrollo de las fuentes de información primaria es insuficiente si lo relacionamos con la masa de conocimiento especializado que se genera por disciplinas y especialidades.

Lo anterior se debe a que el interés que surge por una determinada rama del saber opera de forma más acelerada y emergente que el que surge por la creación de las publicaciones primarias encargadas de transmitir el conocimiento que se genera en esa rama.

Esta situación, aparentemente operativa, propicia que parte de los resultados científicos que se generan en determinada especialidad, se difunda en revistas y otras publicaciones primarias pertenecientes a otras especialidades pero que están

vinculadas con la primera. Esto se debe fundamentalmente a la no existencia de revistas científicas sobre la especialidad, o al hecho de que las existentes resultan prácticamente insuficientes para publicar todo lo generado sobre la especialidad.

La falta de revistas científicas en determinada especialidad, le permite a las existentes ser más rigurosas en cuanto a la aceptación de los trabajos que en ella se publican, lo que provoca un alto número de trabajos rechazados que buscan como segunda opción ser publicados en otras revistas relacionadas con esa especialidad y cuya cobertura temática es más amplia.

En la medida que crece el interés sobre una especialidad o disciplina determinada, crece su producción científica y por consiguiente, aumenta la dispersión de sus trabajos científicos así como la cantidad de títulos de las revistas en que se publican.

Como otro resultado de este proceso se puede identificar también la generación de conocimiento de estudios teórico - metodológicos altamente especializados, así como de estudios aplicados en los que se integra el resto de las disciplinas científicas que comprende el “Sistema de Conocimientos Científicos Bibliológico-Informativos”, tal como lo denominaron Setián y Gorbea (1994, p. 21).

Paralelamente, y como consecuencia del mismo proceso, el Centro Universitario de Investigaciones Bibliotecológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México ha venido compilando el Flujo de Información Documentaria (FID), que sobre esta temática se produce en la región. El FID es definido por Gorkova y Gusieva (1988, p. 27) como “el conjunto de los documentos científicos publicados y no publicados (informes, tesis, etcetera) que aparecen constantemente y son utilizados en la práctica histórico-social, con la finalidad de intercambiar información científico-técnica”.

Los aspectos antes señalados, y otros relacionados con el modelo matemático de Bradford, constituyen la motivación esencial para realizar este estudio que tiene como misión motivar al lector para que conozca el comportamiento de las revistas científicas especializadas, mediante el uso de una de las herramientas más conocidas y clásicas de la bibliometría: el modelo matemático de Bradford.

1.1 Antecedentes y objetivos del estudio

El comportamiento de las publicaciones científicas latinoamericanas en Ciencias Bibliotecológica y de la Información ha sido objeto de estudio en varias ocasiones, con propósitos y puntos de vista diferentes, unos con el interés de estudiar la problemática general que presentan las publicaciones de la especialidad en la región —que no difiere de la problemática que presentan las publicaciones del resto de las especialidades—, y otros con el propósito de abordar el estudio de su productividad a partir de métodos cuantitativos. Los estudios que a continuación se refieren constituyen los antecedentes de este trabajo y apuntan en ambas direcciones.

En el marco de las VIII Jornadas Mexicanas de Biblioteconomía, celebradas en Guadalajara en 1977, López Roblero, presentó una ponencia bajo el título de “Estudio bibliométrico de la literatura bibliotecológica mexicana” en la cual el autor aplica el modelo de Bradford para conocer la dispersión de la literatura bibliotecológica mexicana en el periodo 1954-1976, utilizando como fuente la compilación bibliográfica que sobre esa temática se había recogido en una tesis de maestría. (López Roblero, 1977, p. 14).

Estudios como el de Rodríguez Gallardo (1987, p. 5), identifican a la región de América Latina, seguida de Asia, como una de las dos áreas de países en vías de desarrollo que más publicaciones periódicas genera; y dentro de esta geografía, a Brasil como el país que más documentos de este tipo publica. Mientras que Freiband y Cruz dan a conocer una bibliografía de títulos de revistas y boletines publicados sólo en español, sobre la temática en cuestión.

En la referida bibliografía se identifica a la Argentina como el mayor productor de publicaciones seriadas (revistas y boletines) con un total de diez títulos; en cuanto a revistas científicas, le siguen México y Cuba, con cuatro cada uno, y Puerto Rico y Venezuela, quienes publican ocho y seis títulos respectivamente, aunque en estos últimos países predomina la presencia de boletines. (Freiband y Cruz 1990, p. 122).

Otra referencia a las revistas de la región, pero esta vez las publicadas en portugués, se puede encontrar en el trabajo de Foresti (1990) donde a partir de un análisis bibliométrico de cuatro revistas brasileñas de biblioteconomía y ciencia de la información, se hace un análisis de cita y del comportamiento de su uso, que concluye que las cuatro revistas son representativas como canal de comunicación idóneo en la generación y producción, en portugués, de conocimiento científico sobre el tema.

Estudios más recientes como el de Gómez-Fuentes (1993, p. 28), confirman que se estima en 49 títulos la cantidad de publicaciones seriadas que sobre ciencias bibliotecológica y de la información se publican en la región, mientras que, al mismo tiempo, reconoce la poca cobertura que alcanza en este tema la literatura latinoamericana en los Sistemas y Bases de Datos internacionales especializados en esta misma temática.

Sin embargo, las publicaciones periódicas especializadas en esta materia en otras regiones o a nivel mundial, también han sido estudiadas por diferentes autores, como: Pope (1975), quien utilizando como fuente para su estudio *A Bibliography on Information Science and Technology*, bibliografía que compila referencias sobre ese tema de 1964 a 1970, identificó un núcleo de diez publicaciones periódicas especializadas en Ciencia de la Información, para lo cual empleó el modelo de Bradford.

En el anterior trabajo el autor hace referencia a tres estudios que le anteceden, los de Saracevic (1971), Donohue (1972) y Saracevic y Perk (1973).

Los dos primeros aplicaron también el análisis de Bradford por zonas, para determinar las publicaciones más “productivas” en Ciencia de la Información aunque

sólo dentro del contexto de investigaciones específicas, por lo cual usaron bases de datos limitadas. En el caso del primer trabajo, Saracevic aplica la distribución de Bradford a las referencias encontradas en el volumen cinco de la revista *Annual Review of Information Science and Technology*.

El tercer estudio, del propio Saracevic en coautoría con Perk, aplica el modelo de Bradford a la literatura sobre bibliotecología, estudio en el que enfatiza las ya conocidas diferencias que se le señalan a este modelo entre sus postulados teórico y el gráfico, aspecto éste que será tratado en detalle en los próximos capítulos de este trabajo.

Otras aproximaciones, como la de Vieira da Cunha (1985), han abarcado el estudio de publicaciones periódicas sobre el tema, en otras regiones, como Norteamérica y Europa Occidental, al utilizar como fuente la Base de Datos *LISA* y el *Bulletin Signalétique*, han identificado 297 títulos de revistas en Ciencia de la Información, veinte de los cuales generan el 42% del total de las referencias compiladas en ese estudio.

Yerkey y Glogowski (1989, p. 94), al analizar el comportamiento de la distribución bibliográfica de la literatura en Ciencias Bibliotecológica y de la Información, identifican un 67% relativo a artículos de revistas y junto con éstos los títulos de las revistas, las temáticas y las bases de datos donde éstos se encuentran procesados.

El estudio sobre los aspectos formales y de contenido de las publicaciones periódicas, constituye otro interés de análisis, lo que se pone de manifiesto en trabajos como los de Harter, Nisonger y Weng (1993), y Pandit (1993), en los que por una parte se examinan las relaciones semánticas entre artículos citados y citantes en revistas de la especialidad, y por la otra, se analizan los errores de cita sobre el tema a partir de un núcleo de cinco revistas de la especialidad.

Como consecuencia del fenómeno de la ciencia contemporánea, señalado anteriormente y relativo al de la integración y diferenciación de la ciencia, surge el interés de identificar el núcleo de publicaciones periódicas en subramas o especialidades de las Ciencias Bibliotecológica y de la Información, tal y como se puede observar en el estudio de DePew y Basu (1986, p. 38), quienes aplican el modelo de Bradford con el propósito de identificar el núcleo de revistas sobre la subespecialidad de Conservación y Preservación de Materiales Bibliotecarios, a partir de una muestra de cuatro años que comprendía 633 artículos encontrados en 167 revistas.

Más recientemente, aparece también un estudio similar de Chung (1994, p. 78), en el que, conforme al modelo de Bradford, identifica a la revista *Cataloguing and Classification Quarterly* como la más “productiva” y a la *Library Resources and Technical Services* como a la más citada en la especialidad de Sistemas de Clasificación y Organización del Conocimiento.

En la tabla que sigue se resumen las principales aplicaciones del modelo de Bradford en Ciencias Bibliotecológica y de la Información, así como las subramas

de este campo temático, como es el caso de las últimas dos referencias, las cuales aparecen registradas en la literatura especializada.

TABLA 1.
 APLICACIONES DEL MODELO DE BRADFORD EN CIENCIAS
 BIBLIOTECOLOGICA Y DE LA INFORMACION Y EN ALGUNAS
 SUBESPECIALIDADES.

MUESTRA	AUTORES	TEMATICAS	TITULOS	ARTICULOS
1	Saracevic (1971)	Ciencia de la Información	165	699
2	Donohue (1972)	Ciencia de la Información	88	160
3	Saracevic-Perk (1973)	Bibliotecología	242	3420
4	Pope (1975)	Información-Tecnología	1011	7368
5	López Roblero (1977)	Bibliotecología (México)	15	154
6	DePew y Basu (1986)	Conservación y Preserv.	167	633
7	Chung (1994)	Sistemas de Clasificación	446	2002

Como se puede observar en las referencias anteriores, la literatura especializada sobre la materia, reseña en cierta medida el estudio de publicaciones periódicas ahí donde se incluye la aplicación del modelo de Bradford para determinar el núcleo básico de publicaciones de la especialidad, e incluso el de sus subramas o subespecialidades. Sin embargo, no se tiene referencia sobre estudios que, utilizando este modelo, hayan identificado el núcleo de publicaciones periódicas en Ciencias Bibliotecológica y de la Información en América Latina.

Cabe destacar que, hasta este momento, en toda la literatura consultada y disponible, no se identificó ni un solo estudio que aborde el análisis de las publicaciones periódicas latinoamericanas en las ciencias bibliotecológica y de la información, que utilice el modelo de Bradford y que presente, en español, de forma detallada, el origen y desarrollo de este modelo.

Tomando en cuenta el poco conocimiento que existe sobre el comportamiento del flujo de información documentaria en Ciencias Bibliotecológica y de la Información, en general, y el relativo a América Latina en particular, así como la existencia de un sistema que compila este flujo en forma automatizada y contribuye a su difusión mediante los servicios que presta — además de facilitar los estudios métricos sobre este flujo de información — el presente trabajo tiene como objetivos los siguientes:

El modelo matemático de Bradford

1. Determinar mediante el modelo matemático de Bradford sobre la dispersión bibliográfica, el núcleo de revistas latinoamericanas más “productivas” en Ciencias Bibliotecológica y de la Información.
2. Caracterizar el comportamiento de esta dispersión mediante el análisis de variables tales como:
 - fecha, lugar e idioma en que se genera la información, y
 - temáticas en las que se investiga en esta especialidad, comportamiento de los autores y cobertura geográfica que abarcan los documentos.
3. Difundir el uso del modelo matemático de Bradford, en su postulado teórico y gráfico, para determinar las publicaciones más “productivas”, el empleo de las técnicas de microcomputación para el cálculo de este modelo, y el de pruebas de bondad de ajuste para comprobar estadísticamente la muestra estudiada.

Para cumplir con estos objetivos, se le aplica el modelo de Bradford a la Base de Datos INFOBILA (Información Bibliotecológica Latinoamericana) y se presenta un “Estado del Arte” sobre la repercusión de este modelo en la literatura científica especializada. Se caracteriza además el comportamiento de la dispersión bibliográfica que se da en la región, a partir de variables tales como: fecha y lugar de publicación, entidad editora, idioma, temática y cobertura geográfica de los artículos.

El modelo matemático de Bradford constituye una de las herramientas bibliométricas más estudiadas y difundidas en la literatura especializada, así como una de las más utilizadas en los estudios métricos de la información, tal como lo demuestra la extensa producción científica generada en torno a este modelo.

El apéndice bibliográfico de este trabajo, incluye una muestra selectiva de lo más significativo que se ha escrito sobre el tema en el ámbito internacional, con el objetivo de que el lector interesado en el modelo de Bradford, pueda profundizar más en la crítica y aplicación de él.

Diversas han sido las aplicaciones para las que se ha empleado este modelo, y entre ellas se destacan las siguientes: mantenimiento de colecciones; ayuda para definir políticas de selección y adquisición para una institución de información; determinación de las publicaciones más “productivas” sobre un tema; identificación del uso que se hace de los documentos y determinación del comportamiento que presentan las publicaciones monográficas en un acervo bibliotecario.

Los campos temáticos en los que se ha aplicado el modelo abarcan desde las ciencias sociales, pasando por las ciencias físicas, matemáticas, médicas, biológicas y técnicas, y llegan a temas tan específicos como los demográficos y los derivados de la caña de azúcar.

REFERENCIAS

- Almeida Bethonica Foresti, Noris. (1990) "Contribuição das revistas brasileiras de Biblioteconomia e Ciencia da Informação enquanto fonte de referencia para a pesquisa".— *Ciencia da Informação* (Brasil) 19(1):53-71, jan-june.
- Chung, Y.K. (1994) "Core International Journals of Clasification System: an Aplication of Bradford's Law". — *Knowledge Organization* 21(2):75-83.
- DePew, John N. and Santi Basu. (1986)— "The aplication of the Bradford's Law in Selecting Periodicals on Conservation and Preservation of Library Materials".— *Collection Management* (USA) 8(1):55-65, Spring.
- Donohue, J.C. (1972) "A Bibliometric Analysis of Certain Information Science Literature".— *Journal ofthe American Society for Information Science* (USA) 23(5):313-317, (Citado por Pope).
- Freiband, Susan y Gigy Cruz. (1990) "Revistas y boletines en español en el campo de la Bibliotecología y Ciencias de la Información". *Revista Interamericana de Bibliotecología* (Medellín) 13(2):105-124, julio-diciembre.
- Gómez-Fuentes, Héctor. (1993) "Las revistas latinoamericanas de Bibliotecología y Ciencias de la Información bajo el prisma de los servicios bibliográficos internacionales" *Investigación Bibliotecológica* (México) 7(14):27-32, enero-junio.
- Gorkova, V. I. y T.I. (1988) Gusieva."Análisis de los flujos de documentación e información y estudio de las solicitudes de los usuarios de información". En: Seminario Introducción a la Informetría. *Análisis de los Flujos Informacionales y Evaluación de las Fuentes de Información* (Compilación) / Melvin Morales Morejón,(Comp.) — La Habana: SOCICT-CI / IDICT.
- Harter, S.P.; T.E. Nisonger and A. Weng. (1993) "Semantic relationships Between Citedand Citing articles in Library and Information Science Journals".— *Journal of the American Society for Information Science* (USA) 44(9):543-552, oct.
- López Roblero, Edgar L. (1977)— "Estudio bibliométrico de la literatura bibliotecológica mexicana", pp. 11-18. — En: *VIII Jornadas Mexicanas de Biblioteconomía. Memorias*, del 1º al 6 de mayode1977, Guadalajara, Jal.— México: Asociación Mexicana de Bibliotecarios.

El modelo matemático de Bradford

- Pandit, I. (1993) "Citation Error in Library Literature: a Study of Five Library Science Journal".— *Library and Information Science Research* (USA) 15(2):185-198, Spring.
- Pope, Andrew. (1975) "Bradford's Law and the Periodical Literature of Information Science".— *Journal of the American Society for Information Science* (USA) 26(4):207-213, July-August.
- Rodríguez Gallardo, Adolfo. (1987) "Las publicaciones periódicas de bibliotecología en los países en desarrollo"— *Investigación Bibliotecológica* (México) I(2):3-29, enero-junio.
- Saracevic, T. (1971) "Five Year, Five Volumes and 2345 Pages of the Annual Review of Information Science and Technology".— *Information Storage and Retrieval* (USA) 7(3):127-139, (Citado por Pope).
- Saracevic, T. and L.J. Perk. (1973) "Ascertaining Activities in a Subject Area Through Bibliometric Analysis".— *Journal of the American Society for Information Science* (USA) 24(2):120-134., (Citado por Pope).
- Setién, Emilio y Salvador Gorbea. (1994) "De la Bibliotecología al Sistema de Conocimientos Científicos Bibliológico - Informativo".— *Investigación Bibliotecológica* (México) 8(16):21-25, enero-junio.
- Vieira da Cunha, Miriam. (1985) "Os periodicos em Ciencia da Informaçao: uma Analise".— *Ciencia de Informaçao* (Brasil) 14(1):37-45, jan-june.
- Yerkey, N. and M. Glogowski. (1989) "Bibliographic Scatter of Library and Information Science Literature".— *Journal of Education for Library and Information Science* (USA) 30(2):90-101, Fall.
- Zakutina, G.P. y V.K. Priyenikova. (1983) *Característica y análisis del flujo de los documentos primarios*.— La Habana : Academia de Ciencias de Cuba. Instituto de Documentación e Información Científica y técnica.— 83 p.

II. El modelo matemático de Bradford

2.1 Origen y análisis del modelo matemático de Bradford

El comportamiento de la concentración-depresión de la información, regularidad que se manifiesta en los flujos de información documentaria fue estudiado por el químico y documentalista inglés Samuel Clement Bradford (1878-1948) desde principios de la década de 1930, pero su primer resultado apareció en 1934 mientras fungía como director de la Biblioteca del Museo de Ciencias de Londres. Bradford basó su estudio en la observación de que en esa época “menos de la mitad de los trabajos científicos útiles aparecían resumidos en las revistas de resúmenes de la literatura científica y técnica”. (Bradford, 1934, p. 176).

Las deficiencias obvias en cuanto al control bibliográfico, las capacidades limitadas en la gestión de resúmenes en aquella época, y la confianza de un grupo de indización sobre otro para aprovechar los artículos que llegaban a la biblioteca, motivaron a Bradford a examinar la medida en que los artículos sobre una temática determinada, aparecían en publicaciones periódicas destinadas a otras temáticas.

Este antecedente lo llevó a desarrollar y proponer el modelo matemático que comprueba este comportamiento, el cual ha sido generalmente designado como la “Ley de Bradford”, “Ley” que por lo general se ha usado para determinar el núcleo de las revistas más “productivas”; es decir aquellas que contienen mayor cantidad de artículos sobre temas específicos. El modelo fue desarrollado más tarde en su libro *Documentation* (1948, p. 106-121), y enmarcado bajo el capítulo IX, que intituló “The Documentary Chaos”.

Al no estar conforme con la denominación de “Ley” que con frecuencia se le atribuye al comportamiento matemático identificado por Bradford, para fines de este trabajo en lo sucesivo se le llamará modelo matemático de Bradford.

Este planteamiento se sustenta en el criterio de que este modelo, al igual que otros métricos de la información que corren igual suerte, identifica el comportamiento matemático de una de las regularidades de la información científica, la referida a la concentración-dispersión, pero ésta no es exclusiva de la información, ni constituye una ley de la información, puesto que no se refiere a aspectos que se correspondan con las relaciones internas esenciales de la información, y tampoco constituye un

rasgo que la defina en sí misma y que sirva para diferenciarla de otros objetos de la realidad, por lo que resulta, a nuestro criterio, mejor la denominación de “modelo matemático” o “distribución estadística” que la de “ley”.

Bradford plantea en su obra que es posible ordenar las publicaciones periódicas en zonas de productividad decrecientes, de acuerdo con la cantidad de artículos que éstas poseen sobre un tema dado, y que el número de publicaciones periódicas en cada zona se incrementa, mientras que, de forma inversa, su productividad decrece.

La investigación realizada por Bradford cubrió, en primer lugar, las referencias obtenidas en el periodo de cuatro y de dos años y medio respectivamente, para las bibliografías disponibles sobre geofísica aplicada y lubricación, las cuales fueron preparadas en la Biblioteca del Museo de Ciencias de Londres. Estas bibliografías fueron seleccionadas como las que contenían una mayor porción de referencia que la usual entre los demás temas.

Para ello, Bradford consultó y contabilizó toda la colección de publicaciones sobre resúmenes de la Biblioteca de Ciencias, así como las referencias acumuladas y clasificadas por la CDU, y una gran selección de otras publicaciones según se iban incorporando cada día a esta biblioteca.

Para verificar este comportamiento, utilizó la dispersión empírica de 1 332 artículos sobre geofísica aplicada aparecidos en 326 revistas entre 1928 y 1931, así como 395 artículos sobre lubricación, publicados en 164 revistas desde 1931 hasta 1933.

De esta verificación, Bradford concluyó que “en una determinada materia las publicaciones periódicas pueden ser categorizadas en tres grupos separados:

- aquellas que producen más de cuatro referencias al año.
- las que producen entre dos y cuatro referencias al año.
- y aquellas que producen una o menos al año” (Bradford, 1948, p. 113).

Las distribuciones para cada temática, tal como las presenta Bradford en su obra, pueden observarse en las tablas siguientes:

TABLA 2:
GEOFISICA APLICADA, 1928-1931 (AMBOS INCLUSIVE)

A NO.REV	B NO.ART.	C=(A*B) TOT.ART	D=A + REV.ACUM.	E=(A*B)+ ART.ACUM.	F = log D log REV.ACUM.	
1	93	93	1	93	0.000	
1	86	86	2	179	0.301	
1	56	56	3	235	0.477	(a)
1	48	48	4	283	0.602	
1	46	46	5	329	0.699	$p = 9$ Títulos
1	35	35	6	364	0.778	$m = 429$ Artículos
1	28	28	7	392	0.845	
1	20	20	8	412	0.903	
1	17	17	9	429	0.954	
4	16	64	13	493	1.114	
1	15	15	14	508	1.146	
5	14	70	19	578	1.279	
1	12	12	20	590	1.301	(b)
2	11	22	22	612	1.342	
5	10	50	27	662	1.431	$p_1 = 59$ Títulos
3	9	27	30	689	1.477	$m_1 = 499$ Artículos
8	8	64	38	753	1.580	
7	7	49	45	802	1.653	
11	6	66	56	868	1.748	
12	5	60	68	928	1.833	
17	4	68	85			(c)
23	3	69	108	1,063		
49	2	98	157	1,163	2.196	$p_2 = 258$ Títulos
169	1	169	326	1,332	2.513	$m_2 = 404$ Artículos

TABLA 3:
LUBRICACION, 1931-JUNIO 1933 (POCAS REFERENCIAS DE 1933)

A NO.REV	B NO.ART.	C=(A*B) TOT.ART	D=A + REV.ACUM.	E=(A*B)+ ART. ACUM.	F = log D log REV. ACUM.	
1	22	22	1	22	0.000	
1	18	18	2	40	0.301	(a)
1	15	15	3	55	0.477	
2	13	26	5	81	0.699	$p = 8$ Títulos
2	10	20	7	101	0.845	$m = 110$ Artículos
1	9	9	8	110	0.903	
3	8	24	11	134	1.041	(b)
3	7	21	14	155	1.146	
1	6	6	15	161	1.176	$p_1 = 29$ Títulos
7	5	35	22	196	1.342	$m_1 = 133$ Artículos
2	4	8	24	204	1.380	
13	3	39	37	243	1.568	(c)
25	2	50	62	294	1.792	
102	1	102	164	395	2.215	$p_2 = 127$ Títulos $m_1 = 152$ Artículos

En cada una de las tablas anteriores, la columna (A) proporciona el número de aquellas revistas que producen un número correspondiente de artículos.

La columna (B) proporciona el número correspondiente de artículos por título de revistas durante el periodo estudiado.

La columna (D) proporciona la cantidad acumulada del número de títulos de revistas (Columna A).

La columna (E) proporciona la cantidad acumulada del número de artículos por el número de títulos de revistas (Columna A) por (B) y su acumulado).

La columna (F) proporciona el logaritmo base 10 del acumulado del número de títulos de revistas (Columna D). (Véase Bradford, 1948, p. 112 y 113).

A las columnas mostradas por Bradford en sus tablas originales, se agregó una columna adicional ($C = A \times B$) con el objetivo de esclarecer los resultados acumulados obtenidos en la columna E (cantidad de artículos acumulados).

Para hacer más evidente la identificación de cada una de las zonas o clases en que se dividen las dos muestras observadas por Bradford, se trazaron líneas, en las tablas anteriores, que delimitan cada una de las zonas, las cuales obtuvo él mediante el cálculo de la tercera parte del total de los artículos de cada una de las muestras encontradas.

Una mirada a las tablas anteriores revela el hecho de que en cada caso hay publicaciones con muy poca productividad, un gran número que produce una cantidad moderada y otras con una alta productividad. En cada caso, las publicaciones más lejanas del núcleo (primera zona), producen sólo una referencia en todo el periodo estudiado.

Lo anterior es enfatizado por Bradford de la forma siguiente:

El rango total de publicaciones periódicas actúa, de ese modo, como una familia de sucesivas generaciones de parentesco disminuido, donde cada generación empieza a crecer en número de títulos en relación con la que la precede, y cada miembro o constituyente de la generación reducirá su producción de manera inversamente proporcional, de acuerdo con el grado de lejanía que este miembro tenga del núcleo. (Bradford, 1948, p. 111).

También se ha identificado con (m) la cantidad total de artículos en cada zona, y con (p) la cantidad de títulos de cada zona, tal y como lo señala Bradford en su obra:

Dejemos que m sea el número total de artículos sobre un tema contenido en las publicaciones periódicas en el núcleo. Y que p, p_1, p_2, \dots sea el número de publicaciones periódicas identificadas en el núcleo y en las zonas sucesivas respectivamente, es decir:

Para el caso de geofísica aplicada (ver columnas (D) y (E) de la tabla 2).

- En la clase o zona (a) hay 9 títulos (p) que producen 429 artículos (m).
- En la clase o zona (b) hay 59 títulos (p_1) que producen 499 artículos (m_1).
- En la clase o zona (c) hay 258 títulos (p_2) que producen 404 artículos (m_2).

Para la muestra de lubricación (ver columnas (D) y (E) de la tabla 3).

- En la clase o zona (a) hay 8 títulos (p) que producen 110 artículos (m).
- En la clase o zona (b) hay 29 títulos (p_1) que producen 133 artículos (m_1).
- En la clase o zona (c) hay 127 títulos (p_2) que producen 152 artículos (m_2).

A partir de estas relaciones, que se establecen entre la cantidad de títulos de revistas y de artículos de cada clase o zona, se puede identificar claramente el valor promedio de artículos por revista para cada clase o zona, que Bradford (1948, p. 111), identificó como (r) al señalar que r, r_1, r_2 , representan el número promedio de artículos por publicaciones periódicas en las diferentes zonas (1, 2 y 3) respectivamente, donde:

$$r = \frac{m}{p}; \quad r_1 = \frac{m_1}{p_1} \quad \text{y} \quad r_2 = \frac{m_2}{p_2}$$

Este mismo concepto sobre el valor promedio de artículos por revista, utilizado por Bradford y denominado como (r), aparece denominado por Zakutina y Priyenikova (1983, p. 41), en su obra, como el “índice de densidad de documentos” referido éste a los artículos de revistas, y cuya expresión matemática se representa como sigue:

$$\Gamma = \frac{R_n}{N} \quad \text{donde:}$$

R_n = la sumatoria de artículos en el universo del flujo de información objeto de estudio.

N = al número de títulos de publicaciones seriadas del flujo dado.

El empleo de este índice permite calcular la densidad de artículos de una revista durante un periodo determinado; la densidad de artículos en un conjunto de revistas especializadas; la del conjunto de revistas que integren las zonas de distribución decrecientes del modelo de Bradford, o puede aplicársele también a todas las revistas de un flujo de información documentaria de una rama temática determinada.

Las autoras soviéticas utilizan esta nueva denominación del concepto de Bradford, al parecer inspirándose en los propios planteamientos de éste, para identificar el comportamiento de la dispersión-concentración de artículos por revistas en ramas seleccionadas, y obtener como resultado que la mayor dispersión encontrada se da en especialidades de la historia y las ciencias sociales, y la mayor concentración en la química y la física, hecho éste que se asocia al ritmo de crecimiento de la literatura científica en estas especialidades.

Retomando la fórmula de Bradford, para identificar este nivel de densidad o valor promedio de artículos por revista, es decir (r), podemos sustituir con sus propios datos de la muestra utilizada en su estudio, y hallar el valor que toma r para cada clase o zona, teniendo que:

Para geofísica aplicada:

En la primera zona o núcleo:

$$r = \frac{429}{9} = 47.66$$

En la segunda zona:

$$r_1 = \frac{499}{59} = 8.45$$

Y para la tercera zona tenemos:

$$r_2 = \frac{404}{258} = 1.56$$

De igual forma para la muestra de lubricación:

$$r = \frac{110}{8} = 13.75$$

$$r_1 = \frac{133}{29} = 4.58, \text{ y}$$

$$r_2 = \frac{152}{127} = 1.19$$

para el núcleo, segunda y tercera zonas, respectivamente.

Más adelante, el propio Bradford (1948, p. 111) explica el comportamiento de p_n y el de r_n como sigue:

De este modo, tenemos que $p < p_1 < p_2 < \dots$

y de forma inversa: $r > r_1 > r_2 > \dots$

Es decir, que en la medida que aumenta el total de títulos de revistas en cada una de las zonas, disminuye el valor promedio de artículos por títulos en cada una de estas zonas.

2.2 El modelo y su postulado teórico

El postulado teórico de la formulación de Bradford sostiene que:

si un conjunto de revistas científicas se dispone en orden decreciente, de acuerdo con la cantidad de artículos que contengan éstas sobre un tema y un periodo determinado, se pueden distinguir tres clases o zonas que agrupan aproximadamente igual número de artículos cada una.* (Bradford; 1948, p. 116).

* En esta parte del planteamiento de su postulado teórico, Bradford utiliza la palabra "zona", pero más adelante la palabra "clase". El término más utilizado por los autores, entre ellos Goffman y Morris (1970) es el de zona; en ocasiones este término se asocia a las zonas que se forman en la representación gráfica. Por esta razón algunos autores como Maia y Maia (1984), en su trabajo "La Unidad de la Ley de Bradford" para evitar toda confusión prefieren utilizar el término Clases para designar las partes en que se divide la distribución bradfordiana. Sin embargo para fines de este trabajo se adopta el término zonas por ser el que con más frecuencia se utiliza en la literatura sobre el tema.

De esta forma se puede señalar que la primera zona o núcleo contiene un pequeño número de revistas altamente “productivas”, especializadas en una temática determinada. La segunda zona está ocupada por revistas medianamente “productivas”, y la tercera por revistas de baja “productividad”, o sea que éstas forman zonas de “productividad” decreciente.

También Bradford (1948, p. 111) había precisado el valor límite y el coeficiente de proporcionalidad de cada zona al señalar el postulado siguiente:

Escojamos las zonas así como:

$$pr = p_1 r_1 = p_2 r_2 \dots\dots = m \quad (1)$$

Consecuentemente:

$$\frac{p_1}{p} = \frac{r}{r_1} = n_1, \text{ es decir} \quad (2)$$

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{r_1}{r_2} = n_2, \text{ es decir} \quad (3)$$

donde n_1 y n_2 son constantes mayores que la unidad, así que

$$p_1 = n_1 p$$

$$p_2 = n_2 p_1$$

$$= n_1 n_2 p$$

“Ahora sabemos —afirma Bradford en su obra— que no hay una razón por la que n_1 y n_2 sean diferentes, y la simple suposición que hacemos es que son iguales, consecuentemente en el caso simple posible tenemos que:

$$p : p_1 : p_2 : 1 : n : n^2 \quad (4)$$

Esta formulación matemática expresada por Bradford en su modelo, significa que la relación entre las zonas, respecto a la primera, está dada por:

$$p = 1 p ; p_1 = n p \text{ y } p_2 = n^2 p \quad (5)$$

Por lo que el valor de n se puede obtener de la formulación (2) y (3) de la forma siguiente:

$$n_1 = \frac{P_1}{p} \quad \text{y} \quad n_1 = \frac{r}{r_1}$$

Sustituyendo las formulaciones anteriores con las muestras observadas por Bradford.

Para geofísica aplicada:

Sustituyendo en (1) tenemos que:

$p \cdot r = m$	$p_1 \cdot r_1 = m_1$	$p_2 \cdot r_2 = m_2$
$9 \cdot 47.66 = 428.94$	$59 \cdot 8.45 = 498.55$	$258 \cdot 1.56 = 402.48$
$428.94 \approx 429 = m$	$498.55 \approx 499 = m_1$	$402.48 \approx 404 = m_2$

Sustituyendo en (2) y (3) para el cálculo de n tenemos que:

$\frac{P_1}{p} \approx n \approx \frac{P_2}{P_1}$;	$\frac{P_2}{p} \approx n^2$	$\frac{r}{r_1} = n_1$
$\frac{59}{9} \approx n \approx \frac{258}{59}$;	$\frac{258}{9} = n^2$	$\frac{47.66}{8.45} = n_1$
$6.55 \approx n \approx 4.37$;	$28.66 = n^2$	$5.64 = n_1$
$\frac{6.55 + 4.37}{2}$;	$28.66 = n^2$	$\frac{r_1}{r_2} = n_2$
$5.46 = n$;	$28.66 = n^2$	$\frac{8.45}{1.56} = n_2$
$(5.46)^2 = n^2$;	$28.66 = n^2$	
$29.81 = n^2 \approx 28.66 \approx n^2$			$5.41 = n_2$

El modelo matemático de Bradford

Para lubricación:

Sustituyendo en (1) tenemos que:

$$\begin{array}{lll} p \cdot r = m & p_1 \cdot r_1 = m_1 & p_2 \cdot r_2 = m_2 \\ 8 \cdot 13.75 = 110 & 29 \cdot 4.58 = 132.82 & 127 \cdot 1.19 = 151.13 \\ 110 \approx 110 = m & 132.82 \approx 133 = m_1 & 151.13 \approx 152 = m_2 \end{array}$$

Sustituyendo en (2) y (3) para el cálculo de n tenemos que:

$$\begin{array}{lll} \frac{p_1}{p} \approx n \approx \frac{p_2}{p_1} & ; & \frac{p_2}{p} \approx n^2 & \frac{r}{r_1} = n_1 \\ \frac{29}{8} \approx n \approx \frac{127}{29} & ; & \frac{127}{8} \approx n^2 & \frac{13.75}{4.58} = n_1 \\ 3.62 \approx n \approx 4.37 & ; & 15.87 = n^2 & \boxed{3.00 = n_1} \\ \frac{3.62 + 4.37}{2} & ; & 15.87 = n^2 & \frac{r_1}{r_2} = n_2 \\ 3.99 = n & ; & 15.87 = n^2 & \frac{4.58}{1.19} = n_2 \\ (3.99)^2 = n^2 & ; & 15.87 = n^2 & \\ \boxed{15.92 = n^2 \approx 15.87 \approx n^2} & & & \boxed{3.84 = n_2} \end{array}$$

En los resultados anteriores, hallados al sustituir los valores reales obtenidos por Bradford en su estudio, se evidencia con sorprendente exactitud las semejanzas presentes en su postulado teórico, es decir: el valor de n elevado al cuadrado $\approx n^2$, así como $n_1 \approx n_2$.

2.3 El Multiplicador de Bradford

Los valores que toma n_1 y n_2 , se aproximan al “multiplicador de Bradford”, el cual se comprueba al sustituir el modelo por este valor y compararlo con el total de

títulos obtenidos en cada zona; la proporcionalidad de títulos que se identifique entre cada zona deberá ser similar a la proporcionalidad establecida por Bradford en su modelo; es decir:

$1 : n : n^2$, o, lo que es igual,

$n^0 : n^1 : n^2$, donde n es el multiplicador o factor de proporcionalidad entre las zonas.

El coeficiente de proporcionalidad (n), elevado al cuadrado en el modelo anterior, indica que los títulos en la zona III crecen aproximadamente en el cuadrado de los títulos de la razón que hay entre las zonas II y I y la que existe en las zonas III y II, donde p_n representa el número de títulos de revistas en las zonas II y III.

En cada una de estas zonas se produce la misma cantidad de artículos, mientras que el número de títulos que la integran se incrementa de una zona a otra por un múltiplo, definido por Diodato (1994, p. 21) como “multiplicador o factor de Bradford”, que resulta de dividir cada una de las cantidades de revistas obtenidas en cada una de las zonas entre la cantidad de revistas que se obtienen en la zona precedente, el cual, aunque no es constante, es bastante similar en el caso de las temáticas analizadas por Bradford, como puede verse más adelante al sustituir su modelo con los datos obtenidos por él.

Para la temática de geofísica aplicada el multiplicador o factor de Bradford por zonas es, entre la zona 1ª y 2ª igual a 6.5 y entre la 2ª y la 3ª igual a 4.3, por lo que su valor promedio es de 5.4, y para la temática de lubricación entre la 1ª y 2ª es de 3.6 y entre la 2ª y 3ª es de 4.3, siendo su valor promedio de 3.95, considerado como 4 por los autores que hacen referencia al mismo.

Sustituyendo el valor promedio del multiplicador de Bradford en su modelo para cada una de las muestras observadas por él tenemos que:

Para geofísica aplicada:

los títulos obtenidos por zonas son: 9, 59 y 258,
sustituyendo el multiplicador n por 5.4 tenemos que:

$$\begin{aligned} n^0 : n^1 : n^2 &= 1 : n : n^2 \\ (5.4)^0 = 1 : (5.4)^1 = 5.4 : (5.4)^2 = 29.16 &= 1 : 5.4 : 29.16 \\ 9(1) = 9 : 9(5.4) = 49 : 9(29.16) = 262 & \end{aligned}$$

$9 : 49 : 262 \approx 9 : 59 : 258$

Para lubricación:

los títulos obtenidos por zonas son: 8, 29 y 127,

sustituyendo el multiplicador n por 4 tenemos:

$$\begin{aligned}n^0 : n^1 : n^2 &= 1 : n : n^2 \\(4)^0 = 1 : (4)^1 = 4 : (4)^2 = 16 &= 1 : 4 : 16 \\8(1) = 8 : 8(4) = 32 : 8(16) = 128 &\end{aligned}$$

$$8 : 32 : 128 \approx 8 : 29 : 127$$

Según Diodato (1994, p. 21), el multiplicador de Bradford es analizado por Egghe (1990), quien examina el valor que asume el referido multiplicador en 16 análisis realizados en varios campos temáticos y compara el multiplicador con el número de artículos por revista, para lo cual propone utilizar para el cálculo del multiplicador la fórmula siguiente:

$$k = (e^y Y_m)^{1/p}$$

donde: k es el multiplicador de Bradford
 $y = 0.5772$ (Número de Euler, de aquí que $e^y = 1.781$)
 Y_m = al número de artículos producidos por la revista más productiva, es decir la que ocupa el primer lugar en la distribución decreciente de Bradford, y
 p = al número de zonas usadas en la partición

En ese mismo año, Brooks (1990) realiza un estudio sobre el comportamiento del multiplicador en las dos muestras temáticas utilizadas por el propio Bradford y calculadas según el método de Egghe, y el utilizado por Goffman y Warren (1969).

El comportamiento del multiplicador de Bradford nos ayuda a analizar que en la muestra de geofísica aplicada, el 70% de los artículos aparecen publicados en el 20% del total de revistas, mientras que similar proporción se observa en la muestra de lubricación, donde el 62% de los artículos aparece publicado en el 23% de las revistas.

Las observaciones a este comportamiento le permitieron a Richard W. Trueswell-citado por Boyce, Meadow y Kraft (1995, p. 118) hacer otra formulación matemática asociada con la regularidad de la concentración-dispersión de la información. Fundamentó que esta regularidad, identificada por Bradford con su modelo matemático, cumplía la conocida Regla 80/20. Esta regla fue formulada inicialmente por el propio Trueswell en el campo de la ingeniería industrial.

Trueswell (1969) demuestra el cumplimiento de esta regla al comprobar que el 80% de los movimientos del total de libros que circulan en una biblioteca, se corresponden aproximadamente con el 20% del total de libros inventariados en esa biblioteca que aparecen disponibles para la circulación.

Más tarde, en 1977, Trueswell observa esta aplicación a la circulación de libros en una biblioteca, en relación a la distribución de artículos por revista, y plantea que si las revistas son clasificadas por orden decreciente de acuerdo con su productividad, las primeras revistas que representan el 20% del total, contendrán aproximadamente el 80% de los artículos. Los valores observados en las muestras utilizadas por Bradford, como ya se señaló antes, están entre el 20 y el 70%, aproximadamente.

2.4. La representación gráfica

Para Bradford, realizar la representación gráfica de su modelo o postulado teórico supone que el número total de artículos, relacionados en la columna (E) de cada una de las tablas (ver tablas 2 y 3), puede ser proporcional al logaritmo de la cantidad acumulada de títulos de revistas, relacionada en la columna (D), cuyo resultado se muestra en la columna (F), aspecto éste que lo motivó a realizar la representación gráfica de su postulado teórico, que Vickery, citado por Wilkinson (trabajos que se analizarán con detalle, más adelante) asume erróneamente como un nuevo planteamiento de la formulación verbal.

Luego Bradford representó los datos de la columna (F) (conversión logarítmica de las cantidades acumuladas de títulos de revistas en orden decreciente, relacionados en la columna (D), en el eje de las abscisas (X), dividido en fracciones logarítmicas, y los datos relacionados en la columna (E) (cantidad de artículos acumulados), en el eje de las ordenadas (Y).

En la página siguiente se puede apreciar, tal como aparece en su obra, la representación gráfica de los datos utilizados por Bradford. (1948, p. 115).

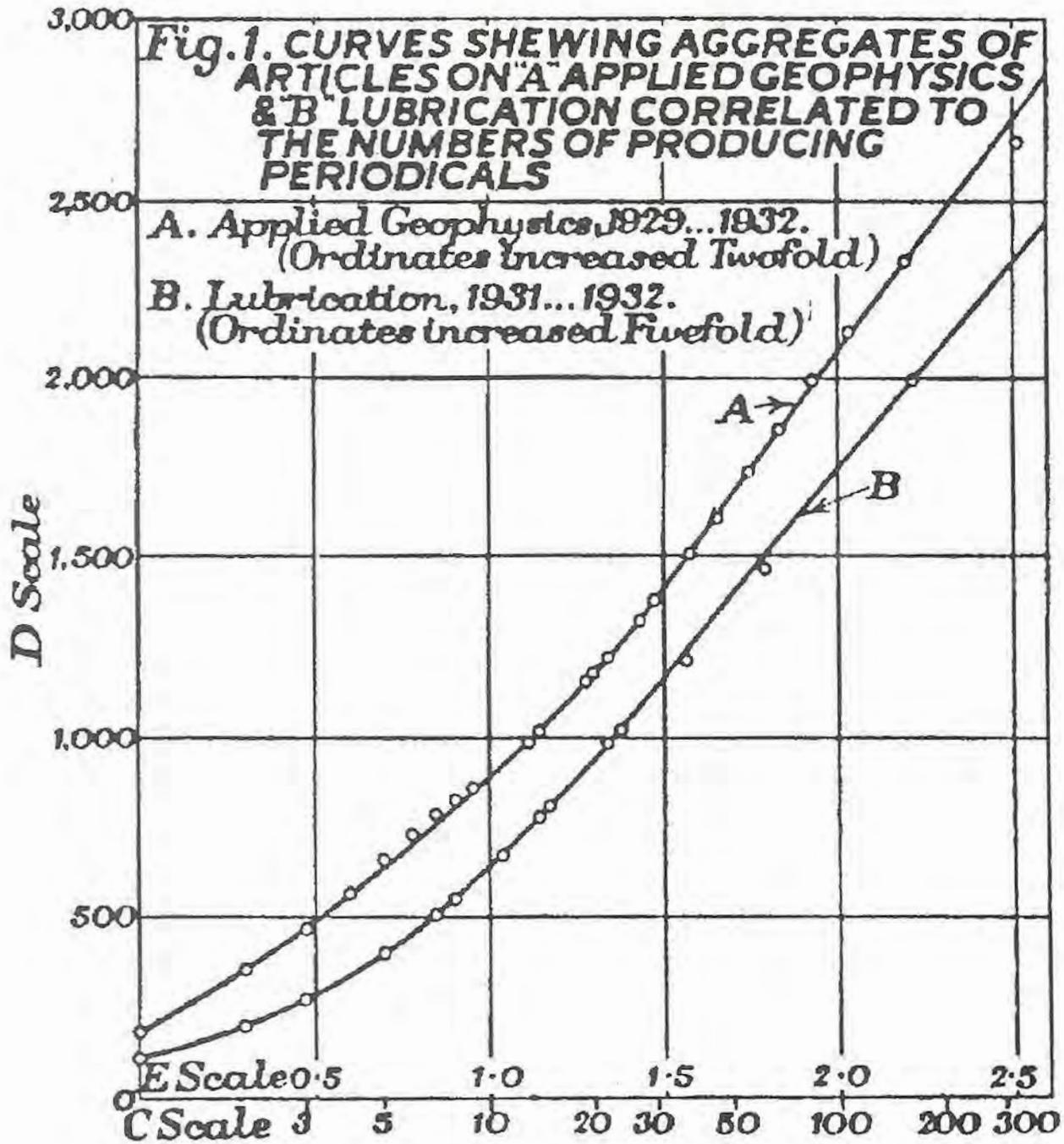
Bradford observó que los resultados de esta representación eran: una curva formada por una zona curva que representa el núcleo o las revistas más “productivas”, identificada en las tablas 2 y 3, un punto de inflexión y una línea recta, lo que lo llevó a hacer el planteamiento siguiente:

De esta manera podemos decir que el conjunto de documentos de un tema determinado, separado de aquellos producidos por el primer grupo o zona de mayor producción de artículos, es proporcional al logaritmo del número de productividad.

Esto hace que la curva representada por Bradford adopte entonces una forma semejante, por su porción rectilínea, a la representación gráfica de la distribución de Zipf, por lo que habitualmente se le denomina como distribución Bradford-Zipf y se le cita regularmente como un caso particular de esta última.

La también clásica distribución Zipfiana, dentro de los estudios métricos de la información, propuesta por Zipf refiere en su postulado teórico que si las palabras

(REPRESENTACION GRAFICA DE LOS DATOS ESTUDIADOS POR BRADFORD)



de un texto se clasifican de acuerdo con la frecuencia de ocurrencia (f), la palabra n th de clasificación aparecerá aproximadamente k/n veces, donde k es una constante, es decir, $f(n) = k/n$, y su representación gráfica adopta una línea recta similar a la porción recta de la gráfica de Bradford. (Narin y Moll, 1977, p. 46)*

En el gráfico que se reproduce en la página siguiente (tomado de la obra de Bradford, (1948, p. 114) citada anteriormente) p_1 , plantea Bradford, es el punto en el que comienza la sección recta de la curva, es decir, el punto de inflexión y límite de la zona núcleo, punto desde el cual se trazan líneas perpendiculares al eje de las X y al de las Y formando los puntos X_1 y Y_1 , que dan lugar a las distancias OY_1 y OX_1 .

Para determinar el resto de las zonas, Bradford toma la distancia OY_1 , la que conforma la tercera parte del total de artículos identificados en la zona núcleo y la traslada sobre el eje de Y, dando lugar a las distancias Y_1, Y_2 y Y_2, Y_3 , es decir, las dos terceras partes restantes del total de artículos. Luego traza líneas perpendiculares al eje de Y, a partir del punto Y_2 y Y_3 , respectivamente, para que intersecten la línea recta, y dan origen a los puntos P_2 y P_3 , y de igual manera traza líneas perpendiculares al eje de X, a partir de los puntos P_2 y P_3 , que dan origen a X_2 y X_3 .

Por último Bradford toma la distancia OX_1 , a la que corresponden "r" unidades; y las distancias X_1, X_2 y X_2, X_3 de igual magnitud corresponden a "s" unidades.

De esta manera, plantea, α, β y γ son los números que corresponden al logaritmo natural de las distancias OX_1, OX_2 y OX_3 , respectivamente, por lo tanto:

$$\begin{array}{ll} \log \alpha = r & \text{ó} & \alpha = 10^r = 1 \\ \log \beta = r + s & \text{ó} & \beta = 10^{r+s} = 10^r \times 10^s = n \\ \log \gamma = r + 2s & \text{ó} & \gamma = 10^{r+2s} = 10^r \times (10^s)^2 = n^2 \end{array}$$

Igualando $10^s = n$, podemos observar que los números naturales α, β y γ guardan una relación entre sí: $1 : n : n^2$.

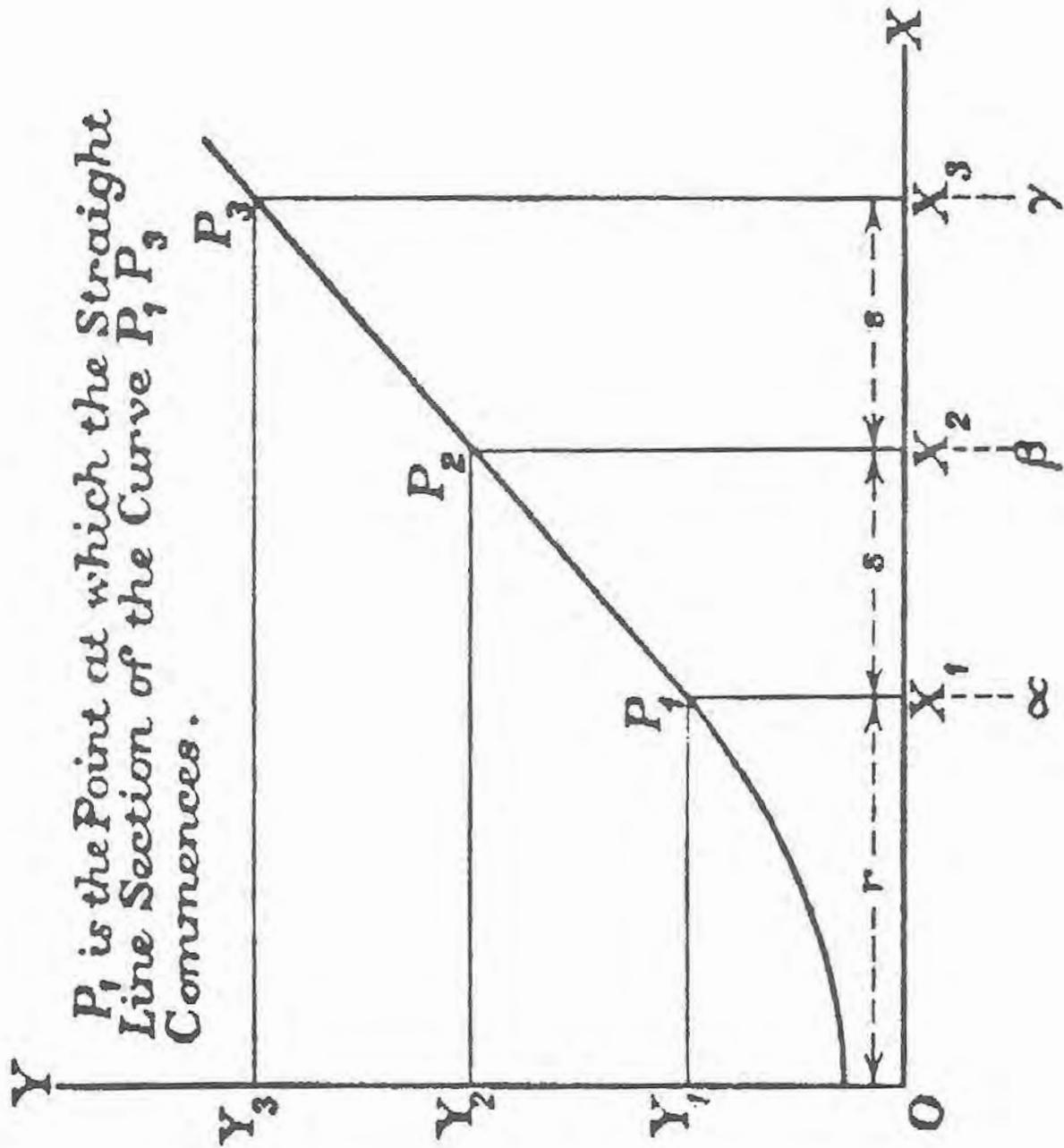
Las revistas del grupo representado por OX_1 , forman el núcleo de aquellas que están mucho más relacionadas con el tema en cuestión.

Por consiguiente, el postulado teórico del modelo matemático propuesto por Bradford sobre la distribución de artículos de revistas científicas sobre un tema determinado se puede establecer de la manera siguiente:

Si las revistas especializadas que contienen información sobre un tema determinado, se agrupan en orden decreciente de productividad de artículos, éstas pueden dividirse en

* Véase la formulación matemática general, originalmente propuesta por Zipf como $rx f = c$, donde c es una constante extraída del principio del "menor esfuerzo", f es la frecuencia de aparición de la palabra en el texto y r es el rango que ocupa la palabra de acuerdo con su posición en el texto utilizado por el propio Zipf para su estudio, *Ulises* de James Joyce. (Zipf, 1949, p. 25).

ESQUEMA DEL GRAFICO DE BRADFORD



un núcleo de revistas mucho más “productivas”, sobre el tema en cuestión, y algunos grupos o zonas que contienen el mismo número de artículos que el núcleo, cuando el número de publicaciones periódicas que aparecen en el núcleo y zonas sucesivas puede ser representado como: $1 : n : n^2$. (Bradford, 1948, p. 116).

No obstante que Bradford no formuló una expresión matemática para su representación gráfica, Qiu (1990, p. 655) es de la opinión que en general puede aceptarse para su formulación gráfica la ecuación expresada por:

$$Y = A + B * \log X$$

2.5 Aplicación práctica del modelo

La aplicación más generalizada del modelo de Bradford se centra en la identificación de un núcleo básico de revistas sobre una temática o especialidad determinada de acuerdo con su “productividad”, sin embargo, muchas han sido las aplicaciones que, utilizando este mismo principio, han identificado el comportamiento de regularidades bibliotecarias. Wallace (1987) —citado por Diodato (1994, p. 17) — resume que su aplicación en una biblioteca incluye el análisis de:

- la literatura específica sobre un tema.
- la productividad de monografías por editores.
- la circulación de documentos en una biblioteca.
- la distribución de preguntas-respuestas en un servicio de información y referencia.
- la distribución de usuarios por revistas, y
- la distribución de revistas según las fotocopias que se requieran de sus artículos.

Como se puede observar, estas aplicaciones se orientan hacia la identificación de aquellas regularidades de la actividad bibliotecaria relacionadas con el servicio bibliotecario, de cuyos resultados se pueden obtener elementos que favorecen el análisis de su eficiencia.

Sin embargo el propio Wallace hace referencia, en su artículo, a otras aplicaciones enumeradas por Brookes (1968, p. 253), y que se relacionan con otros aspectos, a los que se les podría aplicar el modelo de Bradford, como los vinculados con la gestión económica y organización de un sistema de publicaciones periódicas, a saber:

- ¿cuál es el costo de una colección de revistas relevantes sobre un tema dado?;
- ¿qué fracción de una cobertura temática total puede obtenerse a partir de un determinado presupuesto de gastos?;

- ¿cuál es la distribución óptima de colecciones de revistas entre una biblioteca central y otras departamentales o regionales?, y
- ¿cómo se puede dividir una colección en forma óptima de acuerdo con criterios de almacenamiento, frecuencia de uso y acceso a los documentos?

En otro campo, el editorial, la aplicación de este modelo puede también serle útil a editores y autores en la orientación de cuáles son las revistas hacia las que deben orientar sus relaciones de intercambio y colaboración en un determinado frente de investigación o una disciplina.

REFERENCIAS

- Boyce, Bert R., (1995) *Measurement in Information Science* / Bert R. Boyce, Charles T. Meadow y Donald H. Kraft.— New York: Academic Press, — 283 p.
- Bradford, S. C. (1934)— “Sources of information on specific subject” / S.C. Bradford.— *Journal of Information Science* (London) 10 (4):176-180, 1985 (Reprint del artículo original publicado en: *Engineering: An Illustrated Weekly Journal* (London) 137 (3550):85-86, 26 January.
- Bradford, S.C. (1948) — *Documentation*.— London: Crosby Lockwood and son, Ltd., — 196 p.
- Brookes, Bertram C. (1968)— “The Derivation and Application of the Bradford-Zipf Distribution”.— *Journal of Documentation* (London) 24(4):247-265, December.
- Brooks, Terrence A. (1990)— “Perfect Bradford Multipliers: A Definition and Empirical Investigation”. pp 45-55. In: *Informetrics 89/90*. Leo Egghe and Ronald Rousseau, eds.— Amsterdam : Elsevier, — 401 p.
- Diodato, Virgil Pasquale. (1994)— *Dictionary of Bibliometrics*.— New York : The Haworth Press, 185 p.
- Egghe, Leo. (1990)— “A Note on different Bradford Multipliers”. *Journal of the American Society for Information Science* (USA) 41(3):204-209, April.
- Goffman, William y Kenneth S. Warren. (1969) “Dispersion of Paper Among Journals Based on Mathematical Analysis of Two Diverse Medical Literatures”. *Nature* (USA) 221(5187):1205, March.

- Goffman, William. (1970)— “Bradford’s law applied to the maintenance of library collections” / William Goffman and Thomas G. Morris. pp. 200-203 In: *Introduction to information Science* / Compiled and edited by Tefko Saracevic.— New York: Bowker.— 751 p.
- Maia, M.J.F. (1984) — “On the unity of bradford’s law” / M.J.F. Maia and M.D. Maia.— *Journal of Documentation* (London) 40(3):206-216, september.
- Narin, Francis and Joy K. Moll (1977) “Bibliometrics” *Annual Review of Information Science and Technology* (Washington) 12:35-58.
- Qiu, Liwen. (1990) “An Empirical Examination of the Existing Model for Bradford’s Law”.— *Information Procesing & Management* (London) 26(5):635-672.
- Trueswell, Richard W. (1977)— “Growing Libraries Who Needs Them? A Statistical Basis for the No-growth Collection”, pp 72-104. In: Daniel Gore, ed. *Farewell to Alexandria. Solutions to Space, Growth, and Performance Problems of Libraries.* — Westport, Connecticut : Greenwood Press.— 180 p.
- Trueswell, Richard W. (1969)— “Some Behavioral Patterns of Library Users: The 80/20 Rule”. *Wilson Library Bulletin* (USA) 43 (5):458-461, January.
- Wallace, D.P. (1987) “A Solution in Search of Problem: Bibliometrics & Libraries”.— *Library Journal* 112(8):43-47.
- Zakutina, G. P. y V. K. Priyenikova. (1983) *Característica y análisis del flujo de los documentos primarios.*— La Habana: IDICT, 83 p.
- Zipf, George Kingler. (1949) “On the economy of words” (Chapter two) pp. 19-55. In: *Human Behavior and the Principle of Least effort.*— Cambridge, Mass.: Addison-Wesley.

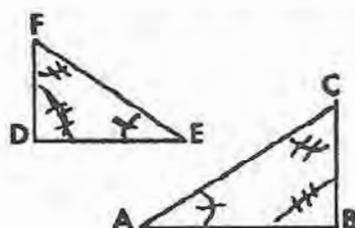
III. Repercusión del modelo matemático de Bradford en la literatura especializada

Muchos han sido los autores que han hecho posible que este modelo matemático sea uno de las más difundidos y utilizados en los estudios métricos de la información, hasta llegar a convertirlo en clásico. La literatura existente sobre el modelo de Bradford abarca los cinco continentes, y aunque la mayor producción científica aparece publicada en inglés y en revistas científicas editadas en países anglosajones, existe una pequeña cantidad de trabajos que aparecen publicados en español y portugués (producidos en España y América Latina) y unos cuantos en Europa del Este, Asia y Africa. Estos últimos han sido publicados por lo general, en inglés, en revistas como *Scientometrics*, que, aunque se edita en Hungría, aparece en inglés.

El primero en hacer referencia a este modelo fue B. C. Vickery en 1948; el mismo año en que Bradford publicó su obra, Vickery perfeccionó el modelo de Bradford y encontró que los títulos de revistas del flujo de información documentaria, con rango en orden decreciente de los artículos sobre un tema específico, se podían dividir no en tres sino en cualquier número de zonas.

El modelo de Bradford sobre la distribución de la dispersión de los artículos por revistas es interpretado y expuesto por Vickery en su artículo (1948, p. 200) cuando asume que T = al acumulado total de títulos de publicaciones periódicas y R = al acumulado total de referencias. Utilizando la representación gráfica de las muestras utilizadas por Bradford, Vickery realiza el esquema que aparece a continuación, y apoyándose en la definición de triángulos semejantes* (Nichols 1971, p. 253) plantea el postulado matemático siguiente:

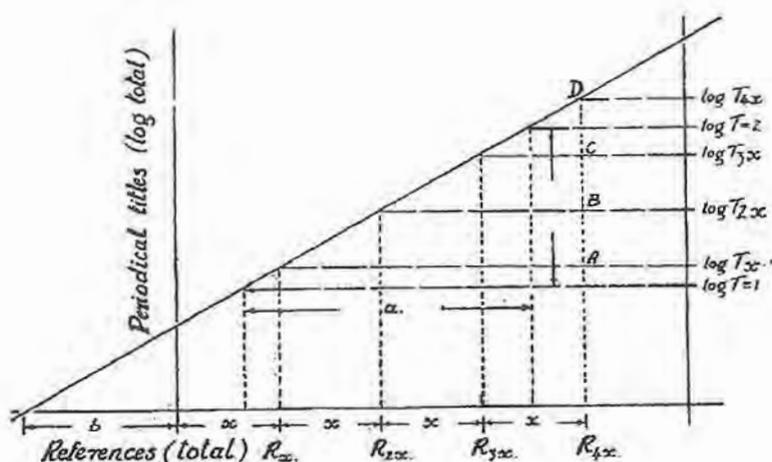
* Por definición: "Dos triángulos son semejantes si y sólo si existe una correspondencia uno-a-uno entre sus vértices tal que las correspondientes parejas de ángulos sean congruentes y las correspondientes parejas de lados sean proporcionales. A esa correspondencia se le llama semejanza."



"...Puesto que estos dos triángulos son semejantes, las proposiciones siguientes son verdaderas según la definición enunciada arriba."

$$\angle A = \angle E, \angle B = \angle D, \angle C = \angle F \quad \text{y} \quad \frac{AB}{ED} = \frac{BC}{DF} = \frac{AC}{EF}$$

“Permitiendo que T_x sea el valor de T cuando $R = x$, tenemos por triángulos semejantes que:



$$\frac{\log T_x}{b+x} = \frac{\log T_{2x}}{b+2x} = \frac{\log T_{3x}}{b+3x} = \frac{\log T_{4x}}{b+4x} = \frac{1}{a}, \quad (1)$$

donde x es un número arbitrario de referencias y el signo de b es negativo.

entonces:

$$T_x = 10^{(b+x)/a}, T_{2x} = 10^{(b+2x)/a}, T_{3x} = 10^{(b+3x)/a}$$

$$\text{y } T_{4x} = 10^{(b+4x)/a} \quad (2)$$

entonces:

$$T_x : T_{2x} : T_{3x} : T_{4x} :: 1 : 10^{x/a} : (10^{x/a})^2 : (10^{x/a})^3 :: 1 : n : n^2 : n^3 \quad (3)$$

donde $n = 10^{x/a}$

De esta manera demostró que el comportamiento del modelo era independiente al número de zonas escogidas, aunque vale destacar que este último afecta el valor de la constante multiplicadora o “Multiplicador de Bradford”, en el sentido de que éste disminuye en la medida que aumenta la división entre las zonas, aspecto éste que puede ser constatado en los trabajos de Egghe (1990) y de Brooks (1990), citados en el capítulo anterior.

Vickery fue el primero también en denominar este modelo como “Ley de distribución de Bradford”, al mismo tiempo que advirtió que “Bradford identificó su teoría con una expresión algebraica que sólo pronostica la porción de la línea recta de la curva observada”, es decir, la llamada porción zipfiana o superior de la curva.

Al interpretar el final del postulado teórico de Bradford “cuando el número de publicaciones periódicas que aparecen en el núcleo y zonas sucesivas puede ser como: $1 : n : n^2$ ”, Vickery señala que esta parte del postulado no es equivalente a la expresión(3), sino a esta otra:

$$T_x : (T_{2x} - T_x) : (T_{3x} - T_{2x}) :: 1 : n : n^2 \quad (4)$$

Con esta expresión, Vickery denota, por primera vez también, la ambigüedad existente entre lo observado por Bradford en la práctica y lo definido matemáticamente en su modelo.

La no comprensión de esta ambigüedad sobre lo postulado por Bradford producía un resultado ligeramente diferente cuando se utilizaba la formulación gráfica del modelo o su expresión matemática o teórica, aunque los resultados generales eran aproximadamente los mismos.

López Piñero, en *El análisis estadístico y sociométrico de la literatura científica* (1972, p. 41), señala que Kendall, en 1960, fue el primero, después de 12 silenciosos años, en estudiar el modelo de Bradford.

Kendall (1960, p. 156) estudió el modelo de Bradford a partir del análisis de las referencias de revistas en materia de investigación de operaciones y metodología estadística. En el análisis que hace del modelo de Bradford, plantea que el incremento de las referencias en la frecuencia de revistas es más que i , o crece en i referencia: es decir, $1/(1+i)$ y no $1/i$, como ocurre con el modelo de Zipf, lo que le permite destacar que la distribución de Bradford es un caso particular del modelo de Zipf y proponer un modelo particular para la frecuencia de artículos por revista. Formula ésta de la siguiente forma:

$$f(i) = \frac{1}{i(i+1)}$$

donde $f(i)$ es igual al número relativo de revistas que aportan i referencias cada una.

Dos años más tarde, Cole (1962, p. 59), en el intento por darle una nueva visión al modelo de Bradford sobre la distribución de referencias, realiza un estudio con una muestra relacionada con la industria del petróleo, con la que ordena una tabla similar a la de Bradford. Denomina como T los títulos acumulados y TT al total de títulos acumulados, mientras a R como el acumulado de referencias y a RT como el total acumulado de referencias.

Posteriormente, con los valores de la tabla, Cole determina la tasa de cada uno de los valores de T y R a partir de R/RT y el logaritmo de T/TT (revistas más productivas). Valores que más adelante expone en un gráfico (X, Y) , junto con otras muestras

utilizadas en estudios similares de Bernal, y de Boig y Loftman. Este último basado también en la temática del petróleo, tomando como $Y = R/RT$ y $X = \log T/TT$.

Cole obtiene diferentes valores de la pendiente para cada una de las curvas graficadas, lo que identifica como una constante que define como "coeficiente de dispersión de las referencias". Este coeficiente es particular para cada rama temática estudiada.

Este análisis le permitió expresar tales valores en una ecuación del tipo $Y = a + b \log X$, es decir, del tipo lineal, en la que formuló que:

$$R/RT = 1 + K \log T/TT$$

donde: R/RT = tasa de referencias acumuladas por título de revista
 K = constante o valor de la pendiente para cada rama temática (coeficiente de dispersión de referencias)
 $\log T/TT$ = log de la tasa de títulos de revistas más productivas.

Finalmente, Cole concluye su estudio afirmando que al graficar la fracción acumulativa del total de referencias (R/RT), contra el logaritmo de la fracción acumulativa del total de títulos de revistas ($\log T/TT$), se obtiene una curva aproximadamente lineal, y que el coeficiente de dispersión de referencias determinado para la muestra estudiada en la literatura sobre petróleo es de 0.43, el cual puede ser utilizado como la relación entre el número de referencias y el de títulos de revistas en ese campo temático.

Groos — citado por López Piñero en su obra (1972, p. 42) —, señala que "Bradford había subestimado el porcentaje de revistas con un número mínimo de artículos, motivado por el hecho de que la tercera zona de su estudio no se adecuara a lo postulado por Bradford".

En su estudio, Groos (1967, p. 46) observó que los datos de Keenan y Atherton (20 287 referencias de artículos de revistas sobre Física) utilizados por él, no se ajustaban al modelo de Bradford, principalmente los datos correspondientes a la tercera zona, en la que identificó el 10% de las revistas con un mínimo de artículos, lo que provocaba un descenso de la curva lineal obtenida por Bradford.

En ese mismo año, Leimkuhler en (1967, p. 201), desarrolla el modelo de Bradford y demuestra, como ajuste a su formulación verbal, que si éste sustenta la distribución por orden de productividad de revistas en una colección puede describirse por la relación siguiente:

$$F(x) = \frac{\ln(1 + \beta x)}{\ln(1 + \beta)} \quad \text{donde } 0 \leq x \leq 1$$

$F(x)$ denota la proporción de la productividad total contenida en la fracción más productiva de la colección x , es decir, x es la fracción correspondiente de las revistas más productivas, $F(x)$ puede ser también interpretada como la amplitud o extensión de dicha fracción, y β es una constante relativa a los documentos de la colección, relacionada con el campo temático de ésta.

Leimkuhler con su interpretación, a la que llamó “distribución de Bradford”, desarrolla su modelo basado en la formulación verbal y propone pronosticar el tamaño que debe tener una colección según la cantidad de artículos relevantes requeridos en una búsqueda sobre propiedades termofísicas, al mismo tiempo que señala también, al igual que Kendall, la similitud del modelo de Bradford con el de Zipf.

Otra interpretación del modelo de Bradford fue hecha por Brookes en (1968, p. 251) al denominarla “distribución Bradford-Zipf” para la cual define como una formulación más exacta la siguiente:

$$R(n) = K \log n$$

donde: $R(n)$ es el número acumulativo de los artículos relevantes encontrados en n revistas más productivas sobre un tema determinado, y K es el parámetro de distribución de Zipf.

Esta formulación, a la que Brookes denomina “función exacta de la distribución de Bradford”, como comenta en su artículo, “es un método matemáticamente simple y factible de graficar”. Su representación gráfica la obtiene al graficar $R(n)$ (número acumulativo de artículos) sobre el eje de las “Y”, y la n (número acumulativo de revistas) sobre una escala logarítmica del eje de las “X”.

En este mismo trabajo Brookes retoma el planteamiento de Groos, relacionado con la caída de la curva, lo que se manifiesta al disminuir considerablemente la cantidad de artículos por revista en la tercera zona y que se observa en el gráfico a partir de un segundo punto de inflexión, punto a partir del cual la curva abandona su comportamiento lineal y se convierte en una sección curva decreciente.

Este comportamiento, denominado por Brookes en su trabajo como la “Caída de Groos”, podría disminuirse, dice, si se continúa con la búsqueda de artículos en nuevos títulos de revistas, ya que considera que la manifestación de este comportamiento puede estar relacionada con búsquedas incompletas de artículos, es decir, con el uso de muestras cuyo sesgo haya dejado de considerar un buen número de títulos que producen artículos sobre el tema objeto de estudio.

El propio Brookes, al año siguiente de publicar el artículo anterior, presentó otra importante aportación al desarrollar la formulación gráfica del postulado de Bradford, proponiendo una doble ecuación como expresión matemática de sus tramos curvo y recto. En este trabajo señala que: “durante esos 20 años este modelo ha sido considerado como una curiosidad estadística. La validez de esta fórmula ha sido verificada

El modelo matemático de Bradford

de vez en cuando con rasgos variables de aparente éxito, debido, principalmente, a que no siempre se interpretó como la formuló Bradford". (Brookes, 1969, p. 515).

En su artículo, Brookes propuso expresar el postulado de Bradford en dos partes, como se formula a continuación:

$$R(n) = \alpha n^\beta \quad (1 \leq n \leq c)$$

$$R(n) = k \log n/s \quad (c \leq n \leq N)$$

Estas dos ecuaciones, afirma Brookes, refieren en forma separada la sección creciente de la curva y su sección recta, y satisfacen la formulación verbal.

Tales formulaciones matemáticas permiten pronosticar, aun en búsquedas incompletas, el número total de revistas que contienen referencias sobre el tema y el total de artículos que se pueden obtener con ellas, con lo cual puede pronosticarse el punto final de la línea recta.

Varios son los autores que relacionan el modelo de Bradford con otros modelos métricos de la información, considerados también como clásicos dentro de esta especialidad, tales como el de Lotka sobre el comportamiento de la productividad de autores, y el de Zipf sobre el comportamiento de la frecuencia de aparición de las palabras en un texto. En relación con este último, autores como Brookes y Vickery, como se señaló anteriormente, consideran el modelo de Bradford como un caso particular del propuesto por Zipf.

En este sentido Fairthorne (1969, p. 322) resume las similitudes entre estas distribuciones métricas, al señalar que "Casi todas ellas, cualquiera que sea su punto de comienzo, terminan con algún tipo de distribución hiperbólica, en la cual es constante el producto de los potenciales fijos de las variables. En su manifestación discreta más simple, una entrada que aumenta geoméricamente produce un rendimiento que aumenta en forma aritmética."

Otra similitud del comportamiento estadístico de estas distribuciones es señalado por R. Sancho (1988, p. 75), al indicar que "la ecuación general para todas estas distribuciones es:

$$X^{(n)} Y = K$$

donde X y Y son variables independientes. Los valores del exponente n y de K dependen de las variables que intervienen y de la naturaleza de sus interrelaciones."

De ahí que los aspectos metodológicos que se utilizan en la aplicación de estas distribuciones, entre ellas la de Bradford, sean similares. Ellas tienen como denominador común el ordenamiento de frecuencias en orden decreciente: es decir, los

documentos, autores o palabras se clasifican de acuerdo con su frecuencia y se jerárquizan, con el fin de identificar dentro de esa jerarquía las constantes que expresan los postulados teóricos o matemáticos que definen a cada modelo.

Otra propiedad del modelo de Bradford fue identificada por Goffman y Warren (1969), al realizar un estudio con dos temáticas médicas bien diversas tanto en alcance como en contenido (Célula Mastil y Schistosomiasis), en este estudio los autores observaron que la tasa de artículo por autor fue casi idéntica en ambas temáticas, por lo que sugirieron que ese parámetro podría ser constante para todas las temáticas médicas.

En este estudio se identificó también que el promedio de trabajos escritos por los autores de cada artículo, estudiados en un intervalo de casi 5 años, se mantuvo constante durante un periodo de 80 años analizados, lo que les permitió comprobar que la tasa promedio de documento por autor fue aproximadamente igual a la constante mínima o multiplicador del modelo de Bradford, con lo cual pudieron validar el uso del modelo de Bradford en muestras de artículos de revistas obtenidas durante largos periodos.

La aplicación de este modelo, como ya se afirmó anteriormente, ha sido muy variada no sólo por la diversidad temática en la que se ha aplicado, sino por la variedad de aplicaciones de las que ha sido sujeto en la gestión bibliotecaria y de información. Entre otras: para determinar la cobertura de procesamiento de las revistas de resúmenes; para determinar el núcleo básico de revistas en una colección con fines de mantenimiento y adquisición, y para analizar el comportamiento del uso de publicaciones periódicas en una biblioteca, aspecto este último identificado por Goffman y Morris (1970).

Estos autores, en el trabajo de referencia, reportan la aplicación del modelo de Bradford al mantenimiento de una colección dinámica de una biblioteca médica, así como a la circulación que ésta presenta, y apoyándose en eso proponen el establecimiento de una política de adquisición sobre la base, no sólo del comportamiento de la productividad de las revistas, sino también del comportamiento de su demanda, a cuya frecuencia le aplican el modelo de Bradford.

El trabajo de Goffman y Morris ofrece una metodología que ha servido de base para estudios posteriores cuyos principales aportes se sustentan en: establecer un número mínimo de zonas de circulación de publicaciones periódicas en intervalos sucesivos de tiempo; obtener una "curva epidémica" en la que se identifique la razón de cambio de circulación para cada revista que circula en la Biblioteca; pronosticar la circulación esperada de las publicaciones periódicas, a partir de dicha "curva epidémica" además de algunos datos futuros para el periodo de un año, y establecer que el núcleo mínimo calculado pertenezca a una colección mínima del inventario de la biblioteca en ese momento.

El aporte fundamental de estos autores al modelo de Bradford ha sido sintetizado por López Piñero al señalar que Goffman y Morris: "demostraron que la dispersión

de artículos consultados en una biblioteca científica, sigue también la distribución de Bradford. Se trataría, por tanto, de una ley (a nuestro criterio más bien de una regularidad) que rige tanto la producción como el consumo de la literatura científica". (López Piñero, 1972, p. 45).

Una revisión de la abundante literatura generada sobre el modelo de Bradford nos demuestra que su crítica ha girado en torno a: la relación de éste con otros modelos métricos; su utilización en diferentes aspectos del diseño y la gerencia de los sistemas de información; el uso y mantenimiento de colecciones, y su aplicación a una variada gama temática en flujos de información documentaria que abarca diversos periodos. Pero el "Talón de Aquiles" de éste ha radicado en lo que varios autores han venido llamando como "la ambigüedad de la Ley de Bradford", aspecto que, como señalamos anteriormente, es indicado por Vickery desde su primera crítica y que alcanza su máxima expresión en un artículo que bajo el mismo título apareció publicado por Wilkinson, "The Ambiguity of Bradford's Law".

Wilkinson demuestra que los postulados teórico y gráfico de Bradford no son matemáticamente equivalentes, y señala: "en teoría, Bradford pronosticó la formulación verbal; en la práctica observó la formulación gráfica". (Wilkinson, 1972, p. 128).

Wilkinson sustenta tal planteamiento tomando como antecedente lo expresado por Brookes (1969) al desarrollar la formulación gráfica de Bradford y demostrar que ésta podía expresarse por la ecuación $R(n) = k \log n/s$, en la que k y s son constantes, y se expresa la relación existente entre $R(n)$ (total de artículos acumulados) y n (número de revistas donde éstos se publican).

En tal sentido, sostiene Wilkinson "la distribución de artículos, sobre un tópico específico, entre las revistas contribuyentes se expresa por:

$R(n) = j \log (n/t + 1)$ para la formulación verbal, y
 $R(n) = k \log n/s$ para la formulación gráfica."

El apéndice, que incluye el estudio de Wilkinson, describe un método para calcular el número total de artículos y revistas sobre un determinado tópico para ambas formulaciones, la teórica y la gráfica, considerando que p revistas clasificadas contribuyen s cantidad de artículos, y q revistas clasificadas contribuyen $2s$ artículos. Se demuestra además que las constantes de las anteriores ecuaciones no son iguales, por ejemplo: $j \neq k$ y $t \neq s$, por lo que la autora agrega: "las formulaciones verbal y gráfica no son matemáticamente equivalentes ni tampoco convergen para grandes valores de n ". (Wilkinson, 1972, p. 124-125).

Aunque la distribución de Bradford ha sido utilizada preferentemente para determinar el núcleo de revistas más "productivas" sobre temas tan variados en ciencias generales o particulares de la vida, del espacio, de la tierra o del mar, como el estudio que publica Freeman (1974) sobre ciencias del mar, la flexibilidad del

modelo ha permitido también que éste sea utilizado en otro tipo de publicaciones, como en las monografías.

Como muestra de ello se puede referir el estudio de Worthen (1975), quien utilizando una muestra de 770 monografías sobre la temática de enfermedades cardiovasculares, registradas en el catálogo de la "National Library of Medicine" y publicadas por 326 editores, demostró que el modelo de Bradford se ajustaba a los datos de su muestra, y que su aplicación no estaba confinada por líneas políticas o económicas.

Otra aplicación del modelo a la gestión bibliotecaria es la relacionada con la circulación de artículos y sus valores de eficiencia, en tal sentido Mayes (1975) utiliza el modelo con el propósito de identificar en éste un indicador de eficiencia para la operación de la circulación en una biblioteca, y validar en qué medida un sistema eficiente de circulación de revistas puede atraer a un determinado número de lectores.

El éxito que ha tenido el modelo de Bradford y su significación en los estudios métricos de la información, ha coadyuvado a que sea también uno de los modelos bibliométricos más cuestionados, no sólo por su ambigüedad entre los postulados teórico y gráfico, sino también por el propio planteamiento teórico.

Su basamento teórico ha sido cuestionado desde muy diversos aspectos: lo híbrido de la forma que toma su representación gráfica; los problemas de las muestras que utiliza para la comprobación del modelo, o la determinación del número de zonas usadas en la partición, entre otros aspectos.

Haspers (1976, p. 281) propone una fórmula general sobre la de Bradford y considera a esta última como un caso particular de la primera; plantea así su representación matemática:

$$R(n) = h \log(n/u + 1) + R(0)$$

donde $n \geq 0$ y u , h y $R(0)$ son constantes de ajuste de la fórmula.

Casi todos los estudios que se registran en la literatura especializada sobre el comportamiento de los modelos bibliométricos, tienden a identificar modelos, como el anterior, que generalizan su formulación matemática, ello tal vez con el interés de facilitar la comprensión sobre este modelo y establecer las relaciones existentes con las nuevas interpretaciones, así como de identificar rasgos comunes presentes, como la distribución de frecuencia en orden decreciente, de las variables que utilizan.

Otro ejemplo de lo anterior lo encontramos en el estudio de Hubert (1977), donde se hace una revisión cronológica de los modelos más utilizados en el análisis bibliométrico y se emplea una anotación común al presentar los modelos para facilitar su comparación.

Hubert analiza de forma detallada el modelo de Bradford y sus diferentes interpretaciones para llegar a la conclusión de que cierto número de datos ajustados a una

fórmula dicen poco sobre el fenómeno que subyace en la representación del modelo, por lo que en adición a la formulación teórica de Bradford y para tratar de explicarlo, presenta otras interpretaciones de su modelo, entre las cuales están las de Brookes, lo que le permite presentar su formulación general expresada en los términos siguientes:

$$r(x) = ax^{-b}$$

donde a y b son constantes positivas y x es una función de r . (Hubert, 1977, p. 466).

Otro de los aspectos que no queda claro en el modelo originalmente postulado por Bradford es la división de la muestra en el número de zonas. Vickery, como ya se señaló anteriormente, plantea que el número de zonas en que se divide la muestra objeto de estudio es independiente al cumplimiento o no del mismo; sin embargo, como ya se observó en el trabajo antes citado de Egghe, sobre el multiplicador de Bradford, en la medida en que aumenta el número de zonas, disminuye el valor del multiplicador.

Leimkuhler, por su parte, considera que la selección de la primera zona es arbitraria y que conviene definir un modelo estandarizado por lo que se refiere a la revista más productiva.

Esta es su propuesta: $R_n = R_1 \log[1 + (k_1 - 1)n] \log k_1$ donde R_1 denota el número de referencias de la revista más productiva y k_1 define el número mínimo de revistas adicionales necesarias para obtener R_1 referencias adicionales. (Leimkuhler, 1977, p. 80).

Por otra parte, Brookes, para poner en claro la incertidumbre generada en torno al postulado teórico del modelo de Bradford vuelve sobre él y analiza su teoría en función de los aspectos antes señalados, incluyendo la utilización del modelo de Poisson.

En este trabajo argumenta que: "Bradford puede haber iniciado una nueva rama de la Estadística — la Estadística de la Individualidad — que puede también conducir a la ampliación de las ideas matemáticas fundamentales, lo cual produce una matemática más útil para las Ciencias Sociales." (Brookes, 1977, p. 180).

Tal planteamiento aporta elementos positivos sobre la esencia estadística del modelo de Bradford, y lo sitúa en el pleno reconocimiento de una aportación matemática singular por lo que toca a la formulación matemática de los fenómenos sociales. Esto es así pese a las incongruencias que se le puedan señalar a Bradford al querer definir con un mismo modelo matemático el comportamiento de un postulado teórico y la aplicación gráfica que pueda resultar de los datos observados en la muestra objeto de estudio.

El propio Brookes en otro trabajo publicado al año siguiente, en coautoría con Griffiths continúa hablando sobre la aportación que hace el modelo a las distribuciones estadísticas, en particular a las distribuciones de frecuencias jerárquicas. En tal sentido señala que la distribución jerárquica probabilística es una distribución

logarítmica que representa una ley empírica del comportamiento social, y que su formulación matemática puede ser representada como:

$$Q(r) = \log_b ((a + r)/a)$$

donde $r = 1, 2, \dots, n$, $b = (a + n)/a$ y el parámetro $a > 0$

Esta formulación general, señalan los autores, ampara tanto las formulaciones de Zipf como la de Bradford, y también la llamada ley de números anómalos. (Brookes and Griffiths, 1978, p. 6).

Cuando se pensaba que todo estaba dicho sobre el modelo de Bradford —dada la cantidad de críticas y aportes que había recibido en los años sesenta y setenta—, sus principales estudiosos continúan en los ochenta interesados en la interpretación de su formulación matemática. Ya en esta época no quedaba duda de que el modelo matemático de Bradford, postulado desde 1934, había rebasado no sólo las expectativas de su autor sino las de los pioneros de su estudio. Sus postulados teórico y gráfico pasaban a convertirse en uno de los modelos matemáticos clásicos de la bibliometría.

Leimkuhler persiste en sostener el planteamiento de una formulación exacta sobre el modelo de Bradford, que describa la distribución de artículos por revistas a partir del señalamiento de que éste es un caso especial de los modelos de frecuencia de rango de Zipf-Mandelbrot, similitud que esclarece mediante las relaciones siguientes:

$$n = B(F_n + C)^{-1/D},$$

donde $B > 0$, $C \geq 0$, $D \geq 1$

$$F_n = (B/n)^D - C$$

En esta fórmula, F_n es interpretado como la definición del rango relativo de una revista que tiene una frecuencia (productividad) n . (Leimkuhler, 1980, p. 287). Para comprobar este modelo, Leimkuhler utiliza los datos que Kendall empleó en su estudio sobre Investigación de Operaciones y los divide en cuatro zonas tipo Bradford, para mostrar que la tasa del número de revistas en las zonas sucesivas varía entre 4.0 y 5.5, es decir, que el comportamiento de dicha tasa depende del número de zonas en que se divida la muestra.

Este trabajo de Leimkuhler tenía como antecedente otro escrito en coautoría con Morse (1979), en el que también pretendían identificar una solución exacta a la distribución de Bradford utilizando datos sobre modelos informacionales.

Todo ello le permitió a Morse (1981) escribir otro trabajo —esta vez solo— sobre las implicaciones de la exacta distribución de Bradford, en el cual aprueba

que tal vez sea mejor la formulación exacta adecuada a los datos en la dispersión de artículos en una especialidad bien definida, que la formulación aproximada de la distribución. Esto implica cierta tendencia de los autores de determinada especialidad a distribuir sus futuros artículos en publicaciones de una bien conocida "productividad."

La reacción ante esta nueva generalización de la formulación matemática del modelo de Bradford no se hizo esperar, ese mismo año, Brookes argumenta que la nueva formulación "exacta" apropiada al modelo de Bradford, propuesta por Leimkuhler, sólo puede aplicarse al 2 ó el 3% de la información estadística inherente a la bibliografía utilizada por él.

En el desarrollo de su estudio, Brookes demuestra, por su parte, que con la formulación original de Bradford aplicada a los datos utilizados por Leimkuhler, se obtienen resultados más reales que cuando se utiliza la denominada formulación "exacta" que propone este último. (Brookes, 1981, p. 77).

En 1981, la revista "Library Trends" publica un número especial sobre bibliometría en el que, por supuesto, no podía faltar un artículo sobre el modelo de Bradford. En esta ocasión se trata de un estudio de Drott que hace referencia a las lagunas entre la teoría y el empirismo del modelo de Bradford. Drott sostiene que la literatura publicada sobre el modelo de Bradford se le es presentada al lector casual con un número de trampas o lagunas, y señala como primer problema la dificultad para distinguir los estudios teóricos de los empíricos.

Más adelante, Drott afirma que los trabajos de corte teórico son orientados hacia procesos de entendimiento probabilístico, lo cual se presta al surgimiento de suposiciones que propician la manipulación matemática. Por otra parte, los trabajos empíricos se concentran en describir al mundo desde el punto de vista práctico, y por lo tanto en estos trabajos las cualidades descriptivas de los datos son más importantes que los aspectos estadísticos.

En esta distancia existente entre la teoría y el empirismo es en la que Drott señala que "subyacen las lagunas, debido a que las situaciones intelectuales de la vida real no pueden ser representadas en la austeridad matemática de las ecuaciones teóricas". (Drott, 1981, p. 51).

Si bien es cierto que no siempre los modelos matemáticos se cumplen, debido a que en ocasiones la realidad y el entorno social superan la formulación teórica y matemática, también lo es que hasta este momento todos los fenómenos sociales y naturales que han sido estudiados con base en un examen métrico o matemático, han encontrado una formulación matemática que representa de forma generalizada su comportamiento, por lo que no puede señalarse de forma absoluta que "las situaciones intelectuales de la vida real no pueden ser representadas en la austeridad matemática de las ecuaciones teóricas".

Sobre el papel que juegan las estadísticas modernas en la formulación de los fenómenos sociales, así como sobre la vigencia de las viejas distribuciones estadísticas

en tales formulaciones, Brookes ya había escrito un artículo, en el que destaca, a partir de una reseña crítica, la dicotomía de los planteamientos de Haitun (destacado científico ruso), quien señala que: “la aplicación de la estadística moderna a los datos de las ciencias sociales, incluida la Bibliometría y la Cienciometría es inadmisibles porque no funciona”, planteamiento que lo completa al señalar “la necesidad de desarrollar una nueva teoría para las ciencias sociales en general y para la Informetría en particular” (Haitun citado por Brookes, 1984 p. 20).

En el trabajo antes citado, Brookes analiza las ideas anteriores y explica cómo el viejo modelo de Bradford todavía juega un papel importante en el desarrollo de una nueva teoría. En este sentido, encontró que el comportamiento matemático de las revistas del núcleo, que según las palabras del propio Bradford “son las más especializadas en el tema” y sobre las cuales se centra su formulación matemática, podía también ajustarse para las revistas que se encuentran en la periferia de la muestra — aspecto en el que Leimkuhler (1967) fundamenta su formulación matemática sobre el modelo de Bradford —, pero con diferentes valores en los dos parámetros que intervienen en el modelo, lo que expresa con las formulaciones siguientes:

$$G(r) = \begin{cases} k_1 \ln(1 + r_1 / w). r_1 = 1, 2, 3, \dots n. \text{ para el núcleo} \\ k_2 \ln(1 + r_2 / w). r_2 = 1, 2, 3, \dots p. \text{ para la periferia (Brookes, 1984, p. 22).} \end{cases}$$

Con este análisis, Brookes demuestra las potencialidades del modelo de Bradford como instrumento analítico, y al compararlo con el Índice de Gini (coeficiente para medir la distribución de la población) señala que el modelo de Bradford es más realista en la medición de distribuciones, y que no necesariamente este modelo debe ser confinado al campo bibliográfico, en el cual Bradford lo enmarca, sino que por su nivel de generalización puede ser aplicable a otros fenómenos sociales con aceptada confiabilidad. (Brookes, 1984, p. 23).

Por estos años, una de las aplicaciones prácticas del modelo de Bradford que más elementos metodológicos aportó fue el estudio de Peritz (1986), cuyo tratamiento de la muestra objeto de estudio (población y demografía), le permite demostrar la posibilidad de identificar, simultáneamente, núcleos de publicaciones en una temática genérica y en una específica, es decir, una distribución abierta y otra notablemente cerrada, con la que demuestra que en temáticas tan amplias o abiertas como la de población, pueden identificarse subnúcleos de temáticas más cerradas y especializadas como la de la Demografía.

También correlacionó el comportamiento de las distribuciones por “productividad” de las revistas, con el factor de impacto que éstas tenían en el *Journal Citation Report* del *Social Science Citation Index*.

Al año siguiente, Sivers (1987) publica un estudio sobre el problema de las publicaciones seriadas en las bibliotecas académicas y de investigación, y la distribución

de Bradford, trabajo para el cual utiliza una muestra de 3465 artículos de revistas, distribuidos en 763 títulos, sobre la temática de percepciones remotas de los recursos de la tierra. Tras esta aplicación, Sivers recomienda el uso de la distribución de Bradford para controlar los costos de adquisición de las publicaciones seriadas.

Otros aportes significativos realizados al modelo de Bradford, que se registran en los años ochenta, son los estudios de Egghe y Rousseau. Se identificaron seis artículos: cuatro publicados en forma individual y dos en coautoría entre estos dos estudiosos de los modelos matemáticos aplicados a la información.

Uno de estos trabajos que por esos años aportó más elementos sobre las relaciones del modelo de Bradford con otros modelos bibliométricos, es el referido al análisis de las consecuencias del modelo de Lotka* en el modelo de Bradford, Egghe retoma los aspectos teóricos conocidos sobre la equivalencia entre el modelo de Bradford y los de Leimkuhler, Lotka y Mandelbrot, para estudiar, bajo una nueva perspectiva, las aberraciones que, según él, tiene el modelo de Leimkuhler, y que son encontradas muy a menudo en la práctica, especialmente la denominada "Caída de Groos", pero plantea también su deducción matemática directa a partir de la formulación verbal del modelo de Bradford, la cual expresa de la manera siguiente:

$$R(r) = a \log (b + cr + d \log(1 + fx)) \text{ (Egghe, 1985, p. 185)}$$

Al parecer, no conforme con la deducción sobre la generalización anterior, al año siguiente, el propio Egghe propone un modelo dual al de Bradford, del cual señala: "este modelo es una aproximación que no se basa en el método puro jerarquizado de Bradford, ni en el método puro de frecuencias de Lotka, sino en un método de frecuencia dentro de un método de distribuciones jerarquizadas". (Egghe, 1986, p. 246).

Con este nuevo método, Egghe muestra que la revista más "productiva" en todo grupo p , comenzando por el último grupo, produce un número de artículos m_p , y establece que:

$$m_p \approx \frac{k^p}{e^E}$$

* El modelo matemático de Lotka sobre la productividad científica; fue formulado por Alfred J. Lotka en 1926, como:

$y_n = \frac{c}{2^n}$ donde y = el número de autores que producen n documentos c es una constante para cada área temática en particular (Lokta, 1926, p. 320).

donde k es el multiplicador de Bradford y E es el número de Euler, y m_p es el número máximo de artículos en una revista en el grupo p .

El punto de inflexión y el descenso que se observa al final de la curva bradfordiana, como consecuencia de la disminución de artículos en las revistas que se encuentran en la tercera zona, fue identificado por Groos, como ya se señaló anteriormente, y denominado por Brookes como la “Caída de Groos”. Este aspecto del postulado gráfico del modelo de Bradford es retomado por Egghe y Rousseau (1988) con el propósito de investigar las causas que lo ocasionan, y para ello utilizan una muestra de 828 referencias sobre métodos estadísticos, encontradas en 143 títulos de revistas.

Por su parte, Rousseau (1987), en otro estudio, propone una nueva definición de la zona “nuclear” de Bradford o curva de Leimkuhler, la que define como p -núcleo, en la cual la inclinación de la curva es menor que la proporción “ p ” de su valor máximo. Y usando el método de ajuste de Egghe muestra cómo puede encontrarse un “ p -núcleo” para los datos que podrían derivarse de la curva de Bradford-Leimkuhler.

Chen y Leimkuhler hacen un análisis riguroso del modelo de Bradford, usando un índice para los valores observados de las variables, e identifican tres propiedades importantes relacionando tamaño y frecuencia. Utilizando esta aproximación, la forma de las curvas tipo Bradford se puede describir a partir de tres regiones distintas y dos parámetros de forma. Estos autores (Chen y Leimkuhler, 1987, p. 186) proponen un modelo no acumulativo de frecuencia jerarquizada donde:

$$g(r_i) = a(r_i + b)^c$$

Los primeros cinco años de la década del noventa, continúan siendo prolíficos en estudios que abordan con sumo interés el modelo de Bradford, a pesar de que hace más de sesenta años que Bradford publicara por primera vez la formulación matemática de la distribución de artículos por revista en relación a temáticas específicas.

Además de los trabajos ya comentados en páginas anteriores, como los de Egghe (1990) y Brookes (1990) sobre el multiplicador de Bradford, las definiciones de conceptos bradfordianos dadas por Diodato (1994) —citadas en el capítulo anterior— y otros estudios que se comentarán más adelante, puede traerse a colación otro del propio Egghe, donde a partir de las dualidades técnicas —presentadas en un trabajo anterior sobre la dualidad de los sistemas informétricos y sus aplicaciones a leyes empíricas— (véase Egghe, 1990b), se estudia la relación general existente entre los modelos bradfordianos y el de Lotka, lo que le permitió al autor llegar a la conclusión sobre el nivel de equivalencia entre este modelo y los bradfordianos.

En toda la literatura referida en este capítulo se pueden encontrar varios estudios que versan sobre la comparación, equivalencia o pertenencia del modelo de Bradford con otros modelos métricos de la información, como el de Lotka, en el estudio

anterior; o el de Zipf, en los estudios de Brookes antes citados. Sin embargo, han sido pocos los estudios que han relacionado el modelo de Bradford con otros modelos matemáticos pertenecientes a otras áreas temáticas.

Como ejemplo de lo anterior se puede citar un estudio de Burrell, sobre la distribución de Bradford y el índice de Gini. En este trabajo, el autor observa que la distribución de Bradford, que se deriva del “modelo de Leimkuhler”, puede considerarse como una variación de la curva de Lorenz para datos bibliográficos; y que la ecuación de la curva de Leimkuhler sigue un cálculo sencillo del índice de concentración de Gini. (Burrell, 1991, p. 187).

Leimkuhler, como ya se mostró, derivó una fórmula matemática a la cual llamó “distribución de Bradford”, que dependía de un solo parámetro y era interpretada de la llamada formulación verbal del modelo de Bradford.

La utilización sistemática del modelo de Bradford en especialidades o temáticas específicas, ha motivado su interpretación en un sentido multidisciplinario; es decir, su aplicación a un número de artículos procedente de publicaciones que pertenecen a un amplio rango de disciplinas.

En tal sentido, Bookstein (1993) presenta una ponencia en la “Fourth International Conference for Bibliometrics, Informetrics and Scientometrics”, celebrada ese año en Berlín, en la que hace un primer intento por entender cómo la competencia puede producir distribuciones más estables de publicaciones en el tiempo. Su objetivo principal en este trabajo es modelar “dinámicamente” la forma en que se combinan los artículos sobre un tema específico pero procedentes de diferentes publicaciones, y para ello se basa en la suposición de que un autor le envía a una revista una contribución sobre un tema determinado, y que esta revista, a su vez está influida por un número de revistas del mismo campo temático.

Bookstein también presenta una tabla en la que se relacionan las aplicaciones temáticas más conocidas del modelo de Bradford, así como la cantidad de artículos y revistas por cada una de las muestras utilizadas.

Uno de los trabajos más recientes de los que se tiene referencia en estos últimos meses en la literatura anglosajona, es el estudio publicado por Chen, Chon y Tong, sobre el comportamiento dinámico del modelo de Bradford. En este estudio sus autores identifican, cuáles son los factores que influyen en el comportamiento del gráfico de Bradford por una parte y cuál es su evolución en el tiempo, por la otra.

Estos autores indican en su estudio que la gráfica de Bradford está influida por dos tasas: la tasa de entrada de nuevas publicaciones, que denominan como α , y la tasa autocorrelacionada de crecimiento de las viejas publicaciones, que denominan como γ .

La relación entre el comportamiento de estas dos tasas determina la orientación que asume el gráfico; es decir, cuanto menor o mayor es el valor de α , más se inclinará la curva del gráfico hacia al noroeste o al sureste; y contrariamente, cuanto mayor o menor sea el valor de γ , más se inclinará la curva al noroeste o al sureste.

El análisis de estas comprobaciones les permitió señalar a estos autores que el gráfico se mantendrá estabilizado y no será afectado por el factor tiempo cuando α y γ se mantengan constantes en el tiempo. (Cheng, Chong y Tong, 1995, p. 382).

No sólo en Europa Occidental y Norteamérica ha tenido repercusión el modelo de Bradford; también, en menor medida, en Europa del Este, Asia, Africa y América Latina se pueden identificar referencias sobre estudios que han aplicado o realizado nuevas interpretaciones sobre este modelo.

Los principales trabajos de Europa del Este sobre el tema aparecen publicados en revistas especializadas de amplia circulación en esta región, como la *Scientometrics*, publicada en Budapest, Hungría; la *International Forum on Information and Documentation*, revista de la FID en coedición con el VINITI de Moscú, la *Nauchno-Tekhnicheskaja Informatsiia*. (Series 1 y 2), también publicada en Moscú; y la *Problems of the Information and Documentation*, publicada en Bucarest, Rumanía, entre otras.

En estas revistas, publicadas generalmente en inglés y en ocasiones en la lengua nacional (ruso, rumano, eslovaco, etcétera), aparecen estudios realizados por destacados autores de esa geografía, como el de Kosachko (1968), quien presenta en su trabajo un modelo de crecimiento de las revistas científicas, basado en las distribuciones de Lotka-Bradford-Zipf (en ruso); o el de Nistor (1973), quien publica un estudio sobre la generalización de los modelos Bradford-Zipf-Mandelbrot y su aplicación a la organización documentaria (en rumano); o el de Ciganik (1978), publicado en eslovaco, sobre la aplicación del modelo a la esfera de la Informática.

También Boicescu y Busescu (1978) aplican el modelo de Bradford al control bibliográfico y a la toma de decisiones en la adquisición de revistas científicas, haciendo referencia al modelo de Zipf, y a las aplicaciones de Brookes y la de Goffman y Morris para la adquisición y el mantenimiento de una colección de revistas científicas.

Los fundamentos teóricos del modelo de Bradford son también retomados por Avramescu (1980). En su trabajo, este autor arriba a la conclusión de que esta famosa distribución bibliométrica es una consecuencia de la variación del interés que manifiestan los lectores por un tema determinado, destaca la importancia de la variable tiempo, y sugiere la comprobación del modelo mediante indicadores estadísticos que consideren la variación del tiempo. Justifica también la "Caída de Groos", como la denominó Brookes.

Mientras que los trabajos de Bonitz en (1980) y, más recientemente, en (1991), utilizan el modelo de Bradford para demostrar, en este último, que en la utilización del modelo, el empleo de un parámetro "colectivo" redundaba en una distribución ordenada del tipo no-Bradford con lo cual refuta la validez universal que se le había atribuido al modelo con anterioridad, Nikitin (1982) hace una imitación del modelo de Bradford.

Asia y Africa son las regiones que menor atención han prestado al estudio y aplicación de este modelo, al menos de acuerdo con la literatura de la que se dispuso para hacer este trabajo. No obstante, una de las aplicaciones del modelo de Bradford más citadas en los trabajos posteriores sobre el tema es el estudio realizado por Lawani (1972), director de la Biblioteca del Instituto Internacional de Agricultura Tropical en Nigeria, quien aplica el modelo de Bradford con el propósito de identificar el núcleo de publicaciones periódicas en materia de agricultura tropical y subtropical, mediante el estudio de una muestra de 2294 artículos identificados en 374 títulos de revistas.

Hay otros dos trabajos en Nigeria en los cuales Alabi (1979) y (1984), realiza en el primero un estudio sobre las diversas aplicaciones del modelo de Bradford, y en el segundo concreta su aplicación a la literatura nigeriana sobre entomología, este último fue publicado en una revista especializada sobre el tema objeto de estudio.

Por otra parte entre los autores asiáticos, es posible identificar documentos publicados en revistas de esa región y autores que han publicado sus trabajos en revistas anglosajonas, en ocasiones en colaboración con angloparlantes o como residentes de países donde se habla esa lengua.

Uno de los autores asiáticos que ha aportado importantes conclusiones a la formulación matemática del modelo de Bradford es Asai (1981), quien a partir de un minucioso análisis de ocho variantes de modelos previamente publicados sobre el modelo de Bradford, dedujo una formulación general para la distribución de Bradford. Hela aquí:

$$Y = a \log(x + c) + b \quad \text{ó}$$

$$R(n)/R = a \log(n/N + c) + b$$

donde: $Y =$ a la tasa de la frecuencia acumulativa de artículos $R(n)/R$, es decir, la frecuencia acumulativa de artículos entre el total de artículos.

$X =$ a la tasa del rango de revistas n/N , es decir, el rango de revista entre el número total de revistas.

a , b y c son la pendiente de la curva, el intercepto y el cambio de dirección de la línea recta en la escala logarítmica, respectivamente.

Esta formulación general es clasificada dentro de cinco tipos de formulaciones, definidas de acuerdo con las combinaciones conocidas o no-conocidas que pueden asumir los parámetros a , b , y c , las cuales son mostradas en una tabla del trabajo publicado. (Asai, 1981, p. 114).

Con esta formulación, Asai demostró que cada uno de los ocho modelos o variantes estudiados sobre el modelo de Bradford es un caso particular de esta formulación general y una de las cinco formulaciones identificadas.

Noguchi (1988) aplica el modelo a la literatura sobre el estilo japonés de administración, con lo cual identifica la aportación del Japón a esta temática sobre la literatura en lenguas occidentales, el núcleo de revistas más “productivas” sobre el tema y la intensidad con que son usadas las fuentes japonesas sobre el tema en países occidentales.

Uno de los autores de esta región más interesados por el modelo de Bradford es, sin lugar a dudas, el japonés Hajime Eto. En 1978 Eto aplica la distribución de Bradford a indicadores de ciencia y tecnología internacional, trabajo al que más tarde le sucedieron el de 1984, aplicación en gastos de investigación y desarrollo, el de 1988, sobre el final de la pendiente en la distribución de Bradford y su interpretación y aplicación, y más recientemente, el presentado en la “International Conference on Bibliometrics, Informetrics and Scientometrics”, celebrada en Berlín en 1993, en el que proclama una amplia aplicación del modelo en campos relevantes para la investigación y el desarrollo.

Es precisamente de esta región de donde se tiene referencia de uno de los trabajos más recientes sobre el modelo de Bradford, su autora Yeon-Kyoung Chung, de Seul, Korea aplica el modelo a la literatura sobre sistemas de clasificación para identificar el núcleo de las revistas especializadas que internacionalmente más “producen” sobre el tema. (Véase Chung, 1994).

Justa es la mención, en el contexto regional asiático, de los estudios realizados sobre el modelo de Bradford en la India, país que se ha destacado por el desarrollo alcanzado en los estudios métricos de la información, particularmente en la aplicación de métodos matemáticos y estadísticos a la actividad bibliotecaria.

Desde los años setenta se pueden identificar trabajos como los de Naranan, quien, a pesar de la corta extensión de su trabajo realiza una interpretación del modelo de Bradford que le permite hacer aportaciones en su formulación matemática, pues plantea que el modelo puede ser mostrado o simplificado fácilmente, al igual que una distribución de frecuencia $J(p)$ del número de revistas que contribuyen con p artículos. (Naranan, 1970, p. 631). Esta es su fórmula:

$$J(p) = \alpha p^{-y} \quad \text{donde } y \approx 2$$

Y está también el de Ravichandra (1972), quien a partir del análisis de la dispersión de documentos utiliza las distribuciones de Bradford y Pareto, y otro estudio de Raghavan (1973), que analiza los aspectos económicos de las publicaciones periódicas en bibliotecas especializadas y su almacenamiento a partir de la distribución de Bradford.

Más recientemente, Basu (1991), otro autor hindú, en el marco de “Informetrics-91”, celebrado en Bangalore, India, presentó una ponencia sobre la fundamentación teórica del modelo de Bradford, en la que describió el desarrollo teórico del modelo

y propuso un nuevo modelo para la distribución de artículos por revistas, el cual se basa en consideraciones estadísticas nuevas que aporta a las ya señaladas al modelo de Bradford. Al año siguiente, este mismo autor publica otro trabajo sobre el mismo tema —(1992)— en el que amplía lo tratado anteriormente sobre las distribuciones jerárquicas y el modelo de Bradford.

La repercusión que el modelo de Bradford ha tenido en países de habla hispana y portuguesa, España y América Latina, es mucho menor que la que ha tenido en países angloparlantes. Pero no por ello ha dejado de ser significativa si se considera que para fines de este trabajo se identificaron en España y países de la región latinoamericana más de quince estudios publicados sobre el modelo.

Uno de los autores españoles que mayor interés ha mostrado por el modelo de Bradford es Ferreiro, quien en 1980, en coautoría con Méndez, y en un estudio sobre la linealidad de las dispersiones de Bradford, propone una ecuación adaptada de las generales paramétricas, para estudiar el ajuste al modelo de Bradford sobre la distribución de la literatura científica. Los resultados obtenidos de la aplicación de esta ecuación, fueron comparados por los autores con la formulación de Brookes, al mismo tiempo que presentaron las pautas para el ajuste de los datos de una dispersión basada en el modelo de Bradford. (Ferreiro y Méndez, 1980).

Otros dos trabajos del mismo autor aparecen en 1981 y 1984, el primero de ellos obtiene el núcleo básico de las publicaciones más citadas sobre sustancias antineoplásicas mediante el uso de la distribución de Bradford, así como su comparación con el núcleo obtenido de acuerdo con su "productividad" de artículos. El segundo, basado en los datos numéricos de las distribuciones utilizadas originalmente por Bradford, expone un procedimiento de ajuste que permite valorar este último en función de la cantidad total de artículos obtenidos. (Ferreiro, 1981 y 1984).

La mayoría de los trabajos publicados en español y portugués aparece en países latinoamericanos, motivo por el cual a continuación se dedica un apartado de este trabajo a describir su comportamiento en esta geografía y sus principales aplicaciones. El propósito es difundir al máximo la literatura disponible que sobre el modelo de Bradford aparece publicada en nuestra región, experiencia más cercana para los estudiantes de bibliotecología y profesionales de nuestra actividad que incursionen en Latinoamérica en la aplicación del modelo de Bradford.

3.1 Su aplicación y estudio en América Latina

El modelo matemático de Bradford constituye uno de los modelos métricos de la información más utilizados en la región de América Latina, y sus objetivos y temáticas son tan variados como los señalados al principio de este trabajo. En este sentido se hacen referencias a aquellos trabajos identificados en la literatura regional

hasta el momento, y que son en gran medida los antecedentes de la aplicación de este método en nuestro entorno bibliotecario regional.

En 1977, en el marco de las “VIII Jornadas Mexicanas de Biblioteconomía” celebradas en Guadalajara, México, se presentaron dos ponencias en las que se aplicó el modelo de Bradford. En la primera titulada “La Ley de Bradford: Aspectos teóricos y prácticos”, de Pontigo y Quijano, los autores presentaron el desarrollo teórico y las aplicaciones prácticas del modelo hasta esa fecha, así como la aplicación de este modelo a la circulación de una colección multidisciplinaria de publicaciones periódicas como la del Colegio de México, para lo cual se apoyaron en la metodología de Goffman y Morris (Pontigo y Quijano, 1977). La otra ponencia presentada en ese evento fue la de López Roblero, citada en el capítulo I del presente estudio, y referida a la bibliotecología mexicana.

Al año siguiente, Valerio Ferreira y López Roblero, publican un artículo en la revista mexicana *Ciencia Bibliotecaria*, titulado “Estudio de la comunicación e interacción científica a través de la literatura publicada”. En esta ocasión el modelo es aplicado en la temática de física del estado sólido. Las conclusiones del trabajo hacen alusión a la no correspondencia de la distribución bradfordiana con la muestra observada, así como a la falta de comunicación científica entre los grupos de científicos en este campo temático. (Valerio Ferreira y López Roblero, 1978).

En Brasil, país en el que con gran frecuencia se han publicado artículos sobre estudios métricos de la información, tanto de corte teórico como práctico, se tienen desde 1980 referencias de dos artículos publicados en el número 13 de la *Revista Brasileira de Biblioteconomía y Documentação*, uno de Aymard (1980) y el otro de Quemel (1980) en colaboración con otros autores. Aunque de estos trabajos sólo se pudo tener acceso a las referencias y a su resumen, se pudo corroborar que en ambos se aborda la distribución de Bradford y se realiza un análisis bibliométrico con artículos científicos.

Otro artículo, también de Brasil y citado anteriormente en el capítulo II de este estudio, fue publicado en la revista *Journal of Documentation* en 1984 por Maia y Maia, del Servicio de Información Anglo-Brasileño y de la Universidad de Brasilia respectivamente. En este artículo “On the Unity of Bradford’s Law”, sus autores fundamentan la unidad que según ellos existía entre el postulado teórico y el gráfico de esta distribución, para lo cual, a partir del modelo original, derivan la expresión matemática siguiente:

$$R(n_k) = j \log n_k + b_k \quad \text{donde } b_k = j \log \frac{\alpha^k}{n_k}$$

n_k = a la suma acumulativa de todas las revistas de la colección hasta la clase o zona de orden k .

α = al multiplicador de Bradford, y

$R(n_k)$ = a la suma acumulativa de todos los artículos de la colección hasta la clase o zona de orden k .

Este planteamiento y derivación matemática contradicen el de otros autores que, como Wilkinson, han señalado la ambigüedad que presenta esta distribución en sus postulados. (Maia y Maia, 1984, p. 211).

Ese mismo año el tema es retomado por Pontigo, quien desarrolla un estudio que presenta como requisito parcial para optar por el grado científico de "Doctor of Philosophy" y cuyo título es "Qualitative Attributes and the Bradford Distribution". En este trabajo, presentado en la Universidad de Illinois, el autor analiza mediante el criterio de expertos en la temática de "Methanogenic bacteria", la posibilidad de encontrar artículos de similar calidad científica entre los que se agrupan en la primera zona o "Núcleo" y los de las restantes zonas, según la distribución de Bradford, con el objetivo de correlacionar los resultados de los indicadores bibliométricos con los atributos cualitativos de los artículos. Los resultados de este estudio que toman como fuentes las bases de datos de BIOSIS, CA Search y MEDLINE, y como cobertura cronológica los años comprendidos entre 1974 y 1978, llevan al autor a recomendar, entre otros aspectos, que la distribución de Bradford no sea utilizada como filtro de calidad para el análisis y la evaluación de artículos científicos. (Pontigo, 1984).

Dos años más tarde, este aspecto propio de la distribución de Bradford es motivo de un artículo que publica Pontigo, en coautoría con Lancaster, en la revista *Scientometrics* titulado "Qualitative Aspects of the Bradford Distribution".

En 1986 se publica un artículo en la revista cubana *Actualidades de la información científica y técnica*, como resultado de una tesis de doctor en medicina veterinaria, titulado "Modelación matemática en el estudio bibliométrico de la información especializada". Su autor, Perelló, (1986) analiza las más importantes teorías que se apoyan en la modelación matemática, haciendo especial énfasis en el modelo de Bradford, y estudia los criterios aparecidos sobre éste en la literatura mundial.

Las memorias del Primer Encuentro Nacional de Profesores y Estudiantes de Bibliotecología, celebrado en el Centro Regional Universitario de Veraguas, Panamá, en 1987, compilan un trabajo presentado en ese evento bajo el título "Análisis de la literatura indizada en el Biological Abstracts sobre Panamá" de los autores Alvarez Lora y de Echeveres, (1987) en el que se aplica la distribución de Bradford a los artículos encontrados sobre Panamá en ese importante servicio de información. El propósito era identificar el lugar que ocupaba ese país en la producción científica sobre el tema e identificar cuáles eran las principales fuentes que difundían ese conocimiento.

Dos nuevos artículos sobre la distribución de Bradford aparecieron publicados en 1988 en la región. El primero, de corte teórico, en la Revista de Biblioteconomía de *Brasilia*, donde su autora, aborda las diferencias entre el postulado teórico del modelo de Bradford, basado en la manipulación matemática con énfasis en los datos estadísticos, y el análisis del comportamiento de los datos a partir de la interpretación cualitativa del observador. Este análisis lleva a la autora a concluir que los resultados del postulado teórico del modelo no siempre se ajustan a los estudios empíricos, ya que el modelo no incluye variables cualitativas que permitan el análisis en este sentido. (Coutinho, 1988, p. 224).

El otro artículo que aparece publicado ese año, surge como consecuencia de la colaboración que en materia de estudios métricos de la información, se lleva a cabo entre el Instituto de Documentación Científica y Técnica de la Academia de Ciencias de Cuba, y el Instituto de Información y Documentación en Ciencia y Tecnología de España. En este marco su autora, Sancho, realiza una investigación sobre el comportamiento del flujo de información documental en materia de derivados de la caña de azúcar, y de la producción científica generada sobre el tema por los investigadores del Instituto de Investigaciones sobre derivados de la caña de azúcar, perteneciente éste también a la Academia de Ciencias de Cuba.

Uno de los resultados de esta colaboración se publicó en la revista *Actualidades de la Información Científica y Técnica* y se refirió al empleo del modelo de Bradford para determinar el núcleo de las revistas más productivas en el área de la industria de la caña de azúcar y sus derivados. (Sancho, 1988).

Como parte de un programa de superación profesional, la Sociedad Cubana de Información Científica y Técnica organiza el Comité de Informetría, que desarrolla cursos, seminarios y actividades científicas con el objetivo de contribuir a la investigación y superación profesional de los estudios métricos de la información. Con este objetivo entre 1990 y 1991, se compila una obra en dos tomos: *Informetría: aspectos teóricos (tomo I)* y *Aplicaciones (tomo II)*.

En la referida compilación sobre los aspectos más relevantes de los estudios métricos de la información, aparecen dos trabajos que abordan la distribución de Bradford desde dos puntos de vista diferentes.

En el primer tomo, el trabajo de Morales y otros (1990). "En torno a la Ley de Bradford: su importancia y formulación gráfica para determinar el núcleo de Revistas", se divulgan los aspectos relativos al modelo y al procedimiento para calcular su formulación gráfica.

En el segundo tomo, *Informetría: aplicaciones*, aparece otro trabajo relacionado con el modelo de Bradford, "Características de la dispersión bibliográfica en materia de Población relativa a América Latina", en donde el autor, Gorbea (1990), aplica el referido modelo al flujo de información registrado en el Sistema DOCPAL (Documentación sobre Población para América Latina y el Caribe), utilizando la

metodología propuesta por Peritz en 1986. En este trabajo se aplica el modelo por separado para las revistas especializadas en demografía y para aquéllas de perfil más general vinculadas a los estudios de Población. En ambos casos se comprueba el modelo de acuerdo con la distribución de artículos identificados en estas temáticas.

En 1991 aparece otro trabajo de Coutinho publicado en la revista *Ciencia da Informaçao* de Brasil, en el que se aplica el modelo de Bradford a la temática ferroviaria, con el propósito de analizar las publicaciones periódicas sobre el tema por una parte, y el de evaluar la Base de Datos de la Red Ferroviaria Federal por la otra. (Coutinho, 1991).

Este pequeño recuento bibliográfico comentado de los trabajos identificados en la región sobre el modelo de Bradford, permite tener una idea del nivel de desarrollo que han alcanzado los estudios métricos de la información en general, y de aquellos que en particular han abordado uno de los modelos matemáticos más utilizados en los aspectos cuantitativos de los flujos de información documentaria.

De los 16 trabajos citados en este recuento, cinco pertenecen a México, seis a Brasil, cuatro a Cuba y uno a Panamá, lo que en cierta medida permite identificar a los países que se han destacado en la aplicación de esta controvertida, pero importante, sin lugar a dudas, herramienta del análisis cuantitativo bibliográfico.

Como se puede apreciar en las páginas anteriores, el mayor volumen de la literatura producida sobre el modelo de Bradford aparece publicado en artículos de revistas, y en muy pocas fuentes aparece integrando capítulos que, dentro de estudios y textos más amplios, aborden en sentido general las características del modelo. Pero hasta este momento, y de acuerdo con la literatura que se compiló para este trabajo, no se tiene referencia de un estudio monográfico dedicado, exclusivamente, al modelo de Bradford, por lo que el presente trabajo constituye el primer estudio monográfico que se publica en español dedicado a este modelo y a su aplicación a la literatura regional en Ciencias Bibliotecológica y de la Información.

Además de los tres textos que aparecen citados anteriormente y que tratan en alguno de sus capítulos el modelo de Bradford, con muy variado análisis y objetivos —véase López Piñero (1972), Diodato (1994), Boyce, Meadow y Kraft (1995) (los dos últimos con referencia del capítulo II) —, la descripción y análisis de este modelo puede consultarse también en textos como los de Mijailov, Chernii y Guiliarevkii (1973) (edición en español) tomo 1, pp 90 - 94 y (1984), (edición en inglés) pp 161 - 175; el de Ravichandra Rao (1983), pp 186 - 198 (este texto tiene una edición en portugués publicada en Brasil 1986); y el de Egghe y Rousseau (1990c), pp 295-296 y 383-384.

Todo lo anteriormente referido sobre el modelo de Bradford es clara evidencia de la intensidad con la que éste ha sido tratado y constata la diversidad geográfica de los estudios que han abordado el tema, el interés por el análisis e interpretación de su formulación matemática y la diversidad de las temáticas en las que ha sido aplicado.

Existen dos estudios que resumen en forma muy didáctica los modelos que han surgido a partir de las modificaciones e interpretaciones que se le han realizado al modelo original de Bradford, así como la muy diversa gama temática en la que se han identificado los núcleos básicos de revistas científicas.

Uno de estos estudios es el de Asai, comentado anteriormente, en el que se incluyen dos cuadros, el primero identifica las principales variaciones que ha sufrido el modelo de Bradford, clasificadas en cinco tipos de modelos de acuerdo con las relaciones que se dan entre sus parámetros. El segundo presenta un resumen de las temáticas que han sido objeto de estudio más las muestras y las fuentes del estudio.

Este otro trabajo, publicado por Qiu, nueve años después del de Asai referido también anteriormente, contiene un examen empírico de todos los modelos que hasta esa fecha se habían formulado en torno al modelo de Bradford. Todos esos modelos son clasificados también en cinco categorías: los de Rango acumulativo fraccional; los de Rango acumulativo no-fraccional; los de Rango no acumulativo; los que dependen del tamaño de la frecuencia; y una quinta categoría que agrupa otras formas de modelos.

En este estudio se analizan también diecinueve juegos de datos o muestras de igual número de áreas temáticas, las cuales están relacionadas en una tabla, y todas contienen la referencia al autor de la fuente de cada trabajo y los años que comprende la muestra objeto de estudio. (Qiu, 1990, p. 670-672).

A las aplicaciones prácticas del modelo de Bradford en temáticas específicas, referidas en estudios anteriores, se pueden añadir otros estudios valiosos que no sólo se han destacado por ser los pioneros al realizar estudios en una determinada temática, sino por las aportaciones que han realizado a la formulación matemática del modelo.

A modo de resumen se presenta a continuación la tabla 4 en la que se relaciona una muestra de los autores que han aplicado el modelo de Bradford, así como las temáticas y el tamaño de la muestra objeto de estudio, tomando como base las tablas presentadas en los artículos antes referidos, y otros trabajos identificados en este estudio.

Por la importancia que tiene el resumen que presenta Qiu en su estudio sobre las formulaciones matemáticas de los modelos generados en torno al de Bradford, se considera oportuno presentar en la tabla 5 el inventario de modelos de acuerdo con los criterios de clasificación que aporta Qiu en su trabajo.

TABLA 4.
PRINCIPALES APLICACIONES DEL MODELO DE BRADFORD POR
ESPECIALIDADES

MUESTRA	AUTOR(S)	TEMATICAS	TITULOS	ARTICULOS
1 *	Bradford (1934,1948)	Geofísica Aplicada	326	1332
2 *	Bradford (1934,1948)	Lubricación	164	395
3 *	Kendall (1960)	Investigación de Operac.	370	1763
4 *	Kendall (1960)	Metodología Estadística	164	1465
5 *	Cole (1962)	Industria del Petróleo	197	903
6	Groos (1967)	Física	405	20287
7	Leimkuhler (1967)	Propiedades Termofísicas	50	5033
8 *	Goffman y Warren (1969)	Célula Mástil	587	2378
9 *	Goffman y Warren (1969)	Equistosomiasis	1738	9914
10 *	Goffman y Morris (1970)	Allen Mem.Medical Library	371	876
11 *	Goffman y Morris (1970)	Trasplantes-Inmunología	272	1120
12 *	Lawani (1973)	Agricultura Tropical	374	2294
13	Freeman (1974)	Ciencias del Mar	4006	525
14	Pontigo (1984)	Bacteria Metanogénica	330	1212
15	Peritz (1986)	Demografía	64	808
16	Peritz (1986)	Población	133	1140
17	Perelló (1986)	Mastitis de los animales	84	469
18	Sivers (1987)	Percepciones Remotas de Recursos de la Tierra	763	3465
19	Alvarez y Echevers (1987)	Biología (Panamá)	184	537
20	Egghe y Rousseau (1988)	Métodos Estadísticos	143	828
21	Sancho (1988)	Industria del Azúcar de Caña y Derivados	254	1059
22	Noguchi (1988)	Estilo Japonés de Admón.	140	336
23	Gorbea (1991)	Población (A. Latina)	440	3062
24	Coutinho (1991)	Técnica Ferroviaria	247	28160

(*) Tomado de Asai (1981) p. 115

TABLA 5.
 APORTACIONES MATEMATICAS FORMULADAS AL MODELO DE
 BRADFORD (Clasificadas según Qiu (1990) pp. 670-672

TIPO	AUTOR(S)	MODELOS	OBSERVACIONES
1. RANGO	Cole (1962)	$F(x) = 1 + B * \log x$	
ACUMULATIVO (Fraccional)	Leimkuhler (1967)	$F(x) = \frac{\log(1 + \beta * x)}{\log(1 + \beta)}$	
	Egghe (1985)	$F(x) = A * \log [B + C * X + D * \log (1 + C * X)]$	
	Asai (1981)	$F(x) = A \log (X + C) + B$	
	Bradford (1948)	$F(x) = A + B \log (X)$	
2. RANGO	Brookes (1969)	$R(r) = \alpha r^\beta$ $R(r) = K * \log (r/s)$	$(1 \leq r \leq C)$ $(C \leq r \leq N)$
ACUMULATIVO (No Fraccional)	Wilkinson (1972)	$R(r) = j * \log (r/a + 1)$	
	Hasper (1976)	$R(r) = j * \log (r/a + 1) + R(0)$	
	Leimkuhler (1977)	$R(r) = j * \log (1 + a * r) / \log (1 + a)$	
	Brookes (1984)	$R(r) = \begin{cases} j_1 * \log (1 + r_1 / a_1) \\ j_2 * \log (1 + r_2 / a_2) \end{cases}$	$r_1 = 1, 2, 3, \dots n$ para el núcleo $r_2 = 1, 2, 3, \dots p$ para la periferia
	Brookes (1978)	$R(r) = \log_b (1 + r/a)$	donde $r = 1, 2, \dots N$ y $b = (a + N)/a$
	Maia and Maia (1984)	$R(n_k) = j * \log (n_k - b_k)$	donde: $b_k = j * \log (\alpha_k / n_k)$
			n_k - Suma acumulativa del total de revistas en la colección hasta la clase o zona de orden k . α - Multiplicador de Bradford. $R(n_k)$ - Suma acumulativa de todos los artículos en la colección hasta la clase o zona de orden k .

3. RANGO NO ACUMULATIVO	Fairthorne (1969)	$f(r) = a / (1 + d * r)$	
	Hubert (1977)	$f(r) = a * r^{-c}$	
	Chen (1987)	$f(r) = a * (r + b)^c$	
4. TAMAÑO DE FRECUENCIA	Fairthorne (1969)	$P(U) = (C/U) - D$	$P(u)$ es la proporción de revistas que tienen un límite no menor que u .
	Kendall (1960)	$J_p = \frac{1}{p * (p + 1)}$	J_p es el número relativo de revistas que tienen p referencias cada una. $p = 1, 2, \dots, N$.
	Naranan (1970)	$f(x) = K * X^\alpha$	$f(X)$ es el número de revistas que contribuyen X artículos.
5. OTRAS FORMAS	Vickery (1948)	$S_k = S(n^k - 1) = S_1 \frac{n^k - 1}{n - 1}$	S_k - es el número acumulativo de revistas en el grupo K más productivas. ($k = 1, 2, \dots$)
	Fairthorne (1969)	$R(X) = j * \log(1 + C * X)$	$R(X)$ es el límite total desde la fracción más productiva de X de todas las revistas
	Egghe (1986)	$m_p = K_p / e^E = 0.56 K^p$	donde: K es el multiplicador de Bradford, E es el número de Euler y m_p es el número máximo de artículos en una revista en el grupo p .
	Leimkuhler (1980)	$F(n) = (B/n)^p - C$	$F(n)$ es el rango relativo de una revista cuya frecuencia (productividad) es n

La importancia que a nuestro criterio se le puede conferir a estos dos estudios radica en el nivel de sistematización y síntesis que cada uno presenta y que está actualizado de acuerdo con su fecha de publicación, además del empleo de criterios de clasificación, según principios diferentes, así como de la inclusión de un inventario de las principales temáticas en las que se ha aplicado el modelo de Bradford.

REFERENCIAS

- Alabi, G. A. (1979) — “Bradford law and its application Gnt”. / G. A. Alabi.— *Library Review* 11(1): 151-158.
- Alabi, G. A.. (1984)— “Bradford’s law and the Nigerian Entomological literature” / G.A. Alabi *Insect Science and its application* (Nigeria) 5(1):7-11.
- Alvarez Lora, Leonardo. (1987)— *Análisis de la literatura indizada en Biological Abstracts sobre Panamá 1975-1980.* / Leonardo Alvarez y Maura N. de Echevers .— Panamá: Centro Regional Universitario de Varaguas,.— 17 p.
- Asai, Isao (1981) — “A General Formulation of Bradford’s Distribution: the Graph Oriented Approach” / Isao. Asai.— *Journal of the American Society for Information Science*. (USA)32(2):113-119, March.
- Avramescu, A. (1980) — “Theoretical foundation of Bradford’s law” / A, Avramescu.— *Int. Forum on Inform. and Doc.* (La Hague) 5(1):15-22.
- Aymard, M. (1980) — “Bradford’s law of bibliographic scatter” / M. Aymard.— *Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação* (Brasil) 13(3-4):147-156. (In Portuguese)
- Basu, Aparna. (1991)— “On the Theoretical Foundations of Bradford’s Law” / Aparna Basu, pp. 51-68. In: *Informetrics-91 . Selected Papers from the Third International Conference on Informetrics,9-12 August, 1991.*— Bangalore : Sarada Ranganathan Endowment for Library Science,.— 576 p. (Ranganathan Centenary Series 4)
- Basu, Aparna. (1992)— “Hierarchical distribution and Bradford’s law” / Aparna Basu.— *Journal of the American Society for Information Science* (USA) 43(7):494-500, August.
- Boicescu, V. (1978) — “Bradford’s law and some of its applications in bibliographical control and in making decisions on periodicals acquisition” / V, Boicescu and Constantin Bucescu.— *Prob. Inform. Docum.* (Bucarest) 12(4):176-182.
- Bonitz, Manfred. (1980) — “Evidence for the invalidity of the bradford law for the single scientist” / Manfred Bonitz *Scientometrics* (Budapest) 2(3):203-214.

El modelo matemático de Bradford

- Bonitz, Manfred. (1991)— “A False Taboo:Bradford” / Manfred Bonitz *Int. Forum Inf. and Docum.* (La Hague) 16(2):15-17, April
- Bookstein, A. (1993)— “Towards a Multi-disciplinary Bradford Law” (Extended Abstract),4 h.—In: *Fourth International Conference for Bibliometrics, Informetrics and Scientometrics. Part I* , September, 11-15, Berlin.
- Brookes, Bertram C. (1969)— “Bradford’s law and the bibliography of science” / Bertram C. Brookes.— *Nature* 224(5223): 953-956, December.
- Brookes, Bertram C. (1969b)— “The Complete Bradford-Zipf bibliograph”. / Bertram C. Brookes.— *Journal of Documentation* (London) 25(1): 52-61.
- Brookes, Bertram C. (1977)— “Theory of the Bradford law”. *Journal of Documentation* (London) 33(3): 180-209, September.
- Brookes, Bertram C. (1978) — Frequency-Rang Distributions / Bertram C. Brookes and Jose M. Griffiths.— *Journal of the American Society for Information Science* (USA) 29(1):5-13, January
- Brookes, Bertam C. (1981) — “A Critical commentary on Leimkuhler’s exact formulation of the Bradford law” / Bertram C. Brookes *Journal of Documentation* (London) 37(2):77-88, june.
- Brookes, Bertram C. (1984) — “The Haitun dicotomia and the revelance of Bradford’s law”. / Bertam C. Brookes. *Journal of Information Science* (Holland) 8(8):19-24, Feb.
- Burrell, Q. L. (1991)— “The Bradford distribution and the Gini Index” / Q.L. Burrell.— *Scientometrics* (Budapest) 21(2):181-194
- Chen, Ye-Sho. (1986) — “A Relationship between Lotka’s law, Bradford’s law, and Zipf’s law” / Y.S. Chen and F.F. Leimkuhler. *Journal of the American Society for Information Science* (USA) 37(5):307-314, September.
- Chen, Ye-Sho. (1987) — “Bradford’s Law: An Index Approach” / Y.S. Chen and Ferdinand F.Leimkuhler. *Scientometrics* (Budapest) 11:183-198.
- Chen, Ye-Sho; (1995).— “Dynamic Behavior of Bradford’s Law” / Ye- Sho Chen, Pete Chong y Morgan Y. Tong.— *Journal of the American Society for Information Science* (USA) 46(5):370-383, June.

- Chung, Y.K. (1994) "Core International Journals of Classification System: an Application of Bradford's Law" / Y.K. Chung.— *Knowledge Organization* . 21(2):75-83.
- Ciganik, V. (1978).— "The application of the Bradford's Law of Scatter to the Sphere of Informatics" / V. Ciganik and J. Koobetz.— *Kniznice a Vedecve Inform.* (Praha) 10(3):103-108, (In Slovak)
- Cole, P.F. (1962)— "A New Look at Reference Scattering" / P.F. Cole *Journal of Documentation* (London) 18(2):58-64, June.
- Coutinho, Eliana. (1988)— "As armadilhas da lei de Bradford" / Eliana Coutinho.— *R. Bibliotecon. Brasilia* (Brasilia) 16(2):217-225, Jul./Dez.
- Coutinho, Eliana (1991)— "Aplicação da lei de Bradford à literatura técnica sobre ferrovia: Anlise de periódicos e avaliação da base de dados da Rede Ferroviaria Federal S.A." / Eliana Coutinho.— *Ciencia da Informacao* (Brasilia) 20(2):169-180, Jul.-Dez.
- Drott, M. Carl (1981)— "Bradford's law: Theory, Empiricism and the gaps between" / M. Carl Drott.— *Library Trends*. 30(1):41-52 (London) Summer.
- Egghe, Leo. (1985) — "Consequences of Lotka's law for the law of Bradford" / Leo Egghe *Journal of Documentation* (London) 41(3): 173-189, September.
- Egghe, Leo. (1986) — "The Dual of Bradford's law" / Leo Egghe *Journal of the American Society for Information Science* (USA) 37(4):246-255, July.
- Egghe, Leo and Ronald Rousseau. (1988)— "Reflections on A Deflection: A Note on Different Causes of the Groos Drop"/ Leo Egghe and Ronald Rousseau.— *Scientometrics* (Budapest) 14(5-6):493-511.
- Egghe, Leo (1990)— "A Note on diferent Bradford Multipliers". / Leo Egghe.— *Journal of the American Society for Information Science* (USA) 41(3):204-209, April.
- Egghe, Leo. (1990b)— "New Bradfordian laws equivalent with old Lotka laws, evolving from a source-item duality argument" / Leo Egghe, pp. 79-96 In: *Informetrics 89/90* / Leo Egghe and Ronald Rousseau, Editors — London, Ontario, Canada : Elsevier. — 401 p. Selection of Papers Submitted for the Second Int. Conf. on Bibliometric, Scientometrics and Informetrics, 5-7, July 89.

El modelo matemático de Bradford

- Egghe, Leo. (1990c)— *Introduction to Informetrics. Quantitative Methods in Library, Documentation and Information Science* / Leo Egghe and Ronald Rousseau.— Amsterdam : Elsevier,.— 450 p.
- Eto, Hajime (1978) — “Applicability of the Bradford distribution to international science and technology indicators” / Hajime Eto and P. M. Candelaria.— *Scientometrics* (Budapest) 11(1-2):27-42.
- Eto, Hajime. (1984)— “Bradford law in R and D expending of firms and R and D concentration” / Eto Hajime.— *Scientometrics* (Budapest) 6(3):183-188, may.
- Eto, Hajime. (1988) — “Rising tail in Bradford distribution: its interpretation and aplication” / Hajime Eto.— *Scientometrics* (Budapest) 13(5-6):271-287, may.
- Eto, Hajime. (1993)— “BradfordLaw, Diffusionand Spillover” (Extended Abstract), 3 h. In: *Fourth International Conference for Bibliometrics, Informetrics and Scientometrics Part I*, September, 11-15, Berlin.
- Fairthorne, R.A. (1969)— “Empirical hyperbolic distributions (Bradford-zipf-Mandelbort) for Bibliometric description and prediction” / R. A. Fairthorne.— *Journal of Documentation* (London) 25(4):319-343, December.
- Ferreiro Aláez, Luis. (1980) — “Linealidad de las dispersiones de Bradford” / Luis Ferreiro Aláez y Aida Méndez.— *Revista Española de Documentación Científica* (Madrid) 3(3):201-211.
- Ferreiro Aláez, Luis. (1981).— “Análisis de referencias y características bibliométricas de los conjuntos de revistas nucleares” / Luis Ferreiro Aláez. — *Revista Española de Documentación Científica* (Madrid) 4(3):181-198.
- Ferreiro Aláez, Luis. (1984).— “Dispersiones de la literatura científica: su ajuste a la ley de Bradford”/ Luis Ferreiro Aláez.— *Revista Española de Documentación Científica* (Madrid) 3(2):89-104.
- Freeman, Colin. (1974)— “Bradford Bibliographs and the Literature of Marine Science” / Colin Freeman.—*Australian Academic and Research Library* (Australia) 5(2):65-71, June
- Goffman, William. (1969) — “Dispersion of papers among journals based on mathematical analysis of two diverse medical literatures” / William Goffman and Kenneth S. Warren *Nature* (USA) 221(5187):1205.

- Goffman, William. (1970)— “Bradford’s law applied to the maintenance of library collections” / William Goffman and Thomas G. Morris. pp. 200-203 In: *Introduction to information Science* / Compiled and editdd by Tefko Saracevic.— New York: Bowker.— 751 p.
- Gorbea Portal, Salvador. (1990)— “Análisis de la dispersión bibliográfica en materia de Población relativa a América Latina”.— pp. 113-143 En: *Informetría: Aplicaciones t.II.* — La Habana: IDICT-SOCICT/CI.— 2 t.
- Groos, O. V. (1967) — “Bradford’s law and the Keenan-Atherton data” / O. V. Groos. *American Documentation.* (IASIS) (USA) 18(1):46-47.
- Haspers, J. H. (1976) — “Yield formula and Bradford’s law” / J. H. Haspers. *Journal of the American Society for Information Science* (USA) 27(5-6):281-287 Sep-Oct.
- Hubert J.J. (1977)— “Bibliometric Models for Journal Productivity” / J.J. Hubert. *Social Indicators Research* (Holland) 4:441- 473.
- Kazachkov, L.S. (1968) — “Model of scientific publication growth based on Lotka-Bradford-Zipf’s Law” / L. S. Kazachkov.— *Nauch. Tekhn. Inform.* (Moscow) Ser.2(8): 3-10. (In rusian).
- Kendall, M. G. (1960) — “The Bibliography of operational research” / M. G. Kendall *Operational Research Quarterly* (UK) 11(1-2):31-36.
- Lawani, Sam. (1972)— “Publicaciones periódicas de agricultura tropical y subtropical”.— *Bol. Unesco Bibl.* (Paris) XXXVI(2):91-96, Marzo-Abril.
- Leimkuhler, F.F. (1967) — “The Bradford distribution” / F.F, Leimkuhler *Journal of Documentation* (London) 23(3):197-207, September.
- Leimkuhler, Ferdinand F. (1977) — “Operational Analysis of Library Systems”/ FerdinandF. Leimkuhler.— *Information Processing and Management* (London) 13(1):79-93.
- Leimkuhler, Ferdinand F. (1980)— “An Exact Formulation of Bradford’s Law”/ Ferdinand F. Leimkuhler.— *Journal of Documentation* (London) 36(4):285-292, December
- López Piñero, José María. (1972)— *El análisis estadístico y sociométrico de la literatura Científica* .— Valencia: Centro de Documentación e Información

El modelo matemático de Bradford

- Médica. Facultad de Medicina. Universidad de Valencia,.—82 p. (Cuadernos de documentación e informática médica)
- Lotka, Alfred J. (1926) “The frequency distribution of scientific productivity” *Journal of the Washington Academy of Science* (Washington) 16 (12):317-323, June 19.
- Maia, M.J.F. (1984) — “On the unity of Bradford’s law” / M.J.F. Maia and M.D. Maia *Journal of Documentation* (London) 40(3):206-216, September.
- Mayes, P.B. (1975) — “The Use of the Bradford-Zipf distribution to estimate efficiency values for a journal circulation systems” / P.B. Mayer. *Journal of Documentation* (London) 31(4):287-289, December.
- Mijailov, A. I.; A. I., Chernii y R. S., Guiliarevskii. (1973) *Fundamentos de la Informática*.— La Habana: Academia de Ciencias de Cuba,.— vol 1.
- Mijailov, A. I.; A. I., Chernii y R. S., Guiliarevskii (1984) *Scientific Communications and Informatics* / Translated by Robert H. Burger. — Arlington, Va.: Information Resources Press,.— 402 p.
- Morales Morejón, Melvin. (1990)— “En torno a la ley de Bradford: Su importancia y formulación gráfica para determinar el núcleo de revistas.— pp. 200-218 En: *Informetría: aspectos teóricos t.I.* — La Habana: IDICT-SOICT/CI.— 2 t.
- Morse, Philip M. (1979) — “An exact solution for the Bradford distribution and its use in modeling informational date” / P.M, Morse and F.F. Leimkuhler *Operation Research*. 27(1):187-198
- Morse, Philip M. (1981) — “Implication of the Exact Bradford distribution” / Philip M. Morser *Journal of the American Society for Information Science* (USA) 32 (1):43-50, January.
- Naranan, S. (1970) — “Bradford’s law of bibliography of science: an interpretation” / S, Naranan.— *Nature* (USA) 227:631-632
- Nikitin, P.A. (1982) — “Imitation modelling of the Bradford distribution (imitatsionnoe modelirovanie raspredelenia Bredforda)” / P. A. Nikitin and C.A.Ivanov.— *Nauchno- Technicheskaya Informatsiya Series-2* (Moscow) 2(11):29-31.(En ruso)

- Nistor, E. (1973) — “Generalization of the Bradford- Zipf- Madelbrot law and its application to documentary organization” / E. Nistor.— *Roman. e. Probl. Inform. Docum.* (Bucarest) 7(11): 930-961,. (In Rumanian).
- Noguchi, Sachié. (1988)— “Japanese-Style Management: A Bibliometric Study” / Sachié Noguchi.— *Special Libraries (USA)*79(4):314- 321, Fall
- Perelló Cabrera, José Luis. (1986)— “Modelación matemática en el estudio bibliométrico de la información especializada” / José Luis Perelló Cabrera.— *Actualidades de la Información Científica y Técnica* (La Habana) XVII(1)(126): 79-101, FEBRERO.
- Peritz, B.C. (1986) — “The Periodical Literature of Demography and Bradford’s Law” / B.C. Peritz.— *International Journal of Information Management.* (USA) 6:145-155.
- Pontigo Martínez, Jaime (1977)— “La Ley de Bradford: Aspectos teóricos y prácticos”.— pp 241-263 / Jaime Pontigo y Alvaro Quijano.— En: *La problemática de las bibliotecas en México y sus soluciones. VIII Jornadas Mexicanas de Biblioteconomía* del 1º al 6 de mayo de 1977, Guadalajara, Jal. — México : Asociación Mexicana de Bibliotecarios.
- Pontigo Martinez, Jaime (1984)— *Qualitative attributes and the Bradford distribution* / Jaime Pontigo Martinez —Illinois : University of Illinois, 1981-1984 — s/p DKH 1407 West Gregory DriveUrbana Illinois 61801, USA.August 1981 - September (Completed Ph.D. disertation with above title. Deposited University of Illinois Jaime Pontigo-Martinez. USA.) TESIS (PHD) — Schools of Library and Information Science (GSLIS))
- Pontigo Martinez, Jaime. (1986) — “Qualitative aspects of the bradford distribution” / Jaime Pontigo Martínez and F.W. Lancaster. — *Scientometrics* (Budapest) 9(1-2):59-60.
- Qiu, Liwen.— (1990) “An Empirical Examination of the Existing Model for Bradford’s Law” / Liwen Qiu.— *Information Procesing & Management* (London) 26(5):635-672.
- Quemel, M.A.R. (1980) — “The scatter of articles according to Bradford’s law of scatter. A bibliometric analysis” / M.A.R. Quemel, M.L.R. Pasquarelli, N. Carvalho and R.E.L.A. Pedreira.— *Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação* (Brasil) 13(3-4): 157-166. (In Portuguese)

El modelo matemático de Bradford

- Raghavan, K. S. (1973) — “Economics of periodicals in special libraries: an application of Bradford distributions to DFTRI library periodicals holding” / K. S. Raghavan *Ann. Libr. Sci. Docum.* 24(1): 34-40.
- Ravichandra Rao, Inna Kedage. (1972)— “Dispersion of documents on survey analysis : Bradford and Pareto distributions” / Inna Kedage Ravichandra Rao.— *Libr. Sci. with a slant to Docum.*, 9(3):396-403
- Ravichandra Rao, Inna Kedage. (1983)— *Quantitative Methods for Library and Information Science*.— New Delhi: John Wiley & Sons.— 271 p.
- Ravichandra Rao, Inna Kedage. (1986)— *Métodos Quantitativos em Biblioteconomia e Ciência da Informação* / Trad.Daniel F. Sullivan, Dulce Maria Baptista, Eva Hahanovici e Inácia R. dos Santos Cunha / Rev. Técn. Luiz Mario Marques Couto e Henrique Tafuri Malvar. — Brasília / Washington: Associação dos Bibliotecários do Distrito Federal / Organização dos Estados Americanos,— xii, 272 p.
- Rousseau, R. (1987) — “The Nuclear Zone of a Leimkuhler curve”. / Ronald Rousseau.— *Journal of Documentation* (London) 43(4): 322-333, December
- Sancho, Rosa (1988)— “Determinación del núcleo de revistas más productivas en al área de la Industria de la Caña de Azúcar y Derivados, empleando la Ley de Distribución de Bradford”. *Actualidades de la Información Científica y Técnica* (La Habana) 6(143): 74-98, Diciembre.
- Sivers, Robert. (1987)— “Partitioned Bradford Ranking and the Serials Problem in Academic Research Libraries” / Robert Sivers. *Collection Building* (USA) 8(2):12-19.
- Valerio Ferreira, Delia. (1978) — “Estudio de la comunicación e interacción de una comunidad científica” / Delia Valerio Ferreira y Edgar López Roblero.— *Ciencia Bibliotecaria* (México) II(2):87-94, diciembre
- Vickery, B.C. (1948) — “Bradford’ s law of scattering” / B.C. Vickery *Journal of Documentation* (London) 4(3):198-203.
- Wilkinson, E.A. (1972) — “The Ambiguity of Bradford’s law” / E.A. Wilkinson *Journal of Documentation* (London) 28(2):122-130.
- Worthen, D.B. (1975) — “The application of the Bradford’ s law to monographs” / D.B. Worthen *Journal of Documentation* (London) 31(1):19-25, March.