

Las relaciones de conocimiento en la Biblioteca Digital del Pensamiento Novohispano

Knowledge Relationships in the Digital Library of Novohispanic Thought

Miriam Peña Pimentel (Universidad Nacional Autónoma de México)¹

Ernesto Priani Saisó (Universidad Nacional Autónoma de México)

Artículo recibido: 10-09-2014 | Artículo aceptado: 16-11-2014

ABSTRACT: This paper shows the results from an experiment in which we structure the information obtained from 8 documents from New Spain in the second half of the XVIIth Century. All the documents discuss the nature of the comets. The data extraction focused on the bibliographical information from the original texts, and the references and quotes in them. We apply a graph structure to the data to obtain the visualizations of the knowledge network in which the main discussion is based: the nature of the comets. We believe our final results shows interesting precisions on how the network is organize and the place of each text in it. At the same time, the results allow us to make new hypothesis on discussion and its sources.

RESUMEN: El propósito de este artículo es mostrar los resultados alcanzados a partir de un ejercicio de estructuración de la información obtenida de 8 documentos novohispanos de la segunda mitad del siglo XVII en los cuales se discute la naturaleza de los cometas. La extracción de datos se concentró en los textos citados o referidos dentro de los textos originales y la estructuración se recogió en forma de grafos para obtener visualizaciones de la red de conocimientos dentro de la cual se articulaba la discusión novohispana sobre la naturaleza de los cometas. A nuestro juicio, los resultados finales arrojan precisiones interesantes sobre cómo está estructurada la red y el lugar de los textos dentro de ella, y permite formular algunas hipótesis sobre la discusión y sus fuentes.

KEYWORDS: Digital Humanities, text mining, graph analysis, New Spain

PALABRAS CLAVE: Humanidades Digitales, minería de textos, análisis de grafos, Nueva España

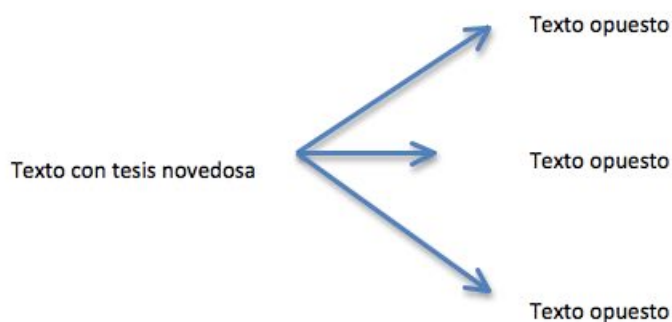
1. Introducción

En la navidad de 1652 un cometa pudo verse sobre el cielo de la Nueva España. El acontecimiento generó tal interés que en los dos años siguientes aparecieron tres obras que polemizaban para explicar su naturaleza y significado. Veintiocho años después pasó algo semejante: el avistamiento de un nuevo cometa ocasionó una nueva polémica formada por cinco nuevas obras. Para Elías Trabulse y Rodríguez-Sala todo esto constituye lo que llaman el

¹ Esta investigación es producto de la Beca Posdoctoral de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), en el periodo 2013-2014; otorgado a la Doctora Miriam Peña Pimentel bajo la supervisión del Doctor Ernesto Priani Saisó, por el proyecto: *Desarrollo de herramientas y metodologías digitales para el estudio de textos novohispanos*.

“primer debate científico” de la Nueva España (Trabulse, 1974). Este, en realidad, forma parte de la controversia desatada por las mediciones de la paralaxis de Brahe en 1577 y su conclusión de que los cometas son eventos celestes y no meteorológicos (Heidarzadhe, 2008: 41ss). De hecho, en la década siguiente a la aparición del cometa de 1577 se escribieron más de 100 tratados para explicarlo (Heidarzadhe, 2008: 47) pero, como puede verse, la discusión sobre el fenómeno se mantuvo viva durante más de un siglo hasta alcanzar América.

El caso de las obras novohispanas es interesante porque forman un grupo reducido en que puede apreciarse con mucha claridad cómo fueron introducidas un puñado de ideas innovadoras –que los cometas son celestes, que no son portadores de mensaje alguno, que los cielos no son fijos, etcétera– y cómo a estas son confrontadas mediante la reiteración de las teorías tradicionales acerca del origen terrestre de los cometas. De hecho, en los dos grupos de obras de los que hemos hablado, el primer texto en aparecer es el que sostiene una tesis novedosa, al que los demás se oponen. En 1652, es el *Discurso ethereologico* de fray Diego Rodríguez donde se afirma que los cielos no son sólidos y que los cometas son celestes. En 1680, es el *Manifiesto philosophico contra los cometas*, recogido en la *Libra astronomica y philosophica*, donde se reitera el carácter celeste de los cometas y se afirma que su aparición no tiene significado o mensaje alguno. Esquemáticamente, lo que apreciamos en los dos grupos es esto:



Esta relación de proposición y oposición que mantienen las obras entre sí, permite investigar muchos aspectos del proceso de penetración de nuevas ideas en una sociedad bajo dominio colonial, como la mexicana entonces.

Dentro del proyecto “Desarrollo de herramientas y metodologías digitales para el estudio de textos novohispanos”, que forma parte de la Biblioteca Digital del Pensamiento Novohispano

(BdPn), nos propusimos estructurar la información que hemos generado a partir de marcar con TEI los textos de la disputa para la BdPn, con el fin de analizar uno de los aspectos del proceso: el universo de las fuentes utilizadas en toda la disputa.

En este sentido, buscamos organizar la información de las referencias bibliográficas de los textos para hacer una serie de visualizaciones, con el fin de ubicar cada uno de los textos dentro de lo que hemos llamado la red de conocimiento, encontrar aquellas obras a las que acuden todos los textos en disputa y formular, a partir de la evidencia dada por las visualizaciones, algunas hipótesis sobre el modo de la conformación de la red y sus características. Se trata, pues, de un tipo de estudio y análisis que sólo puede hacerse utilizando herramientas digitales, pues la lectura directa y cercana de los textos, no permite sino, cuando mucho, intuir algunos de estos resultados.

2. Metodología

Los documentos de la discusión sobre la naturaleza de los cometas en la segunda mitad del siglo XVII están disponibles actualmente en la Biblioteca Digital del Pensamiento Novohispano (www.BdPn.unam.mx), un proyecto de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)². La biblioteca ofrece los textos a través de transcripciones diplomáticas marcadas en TEI/XML, y en ella se lleva a cabo la indexación automática de términos, referencias, nombres y fechas.

Con el fin de obtener datos directos de la red de conocimiento presente en los textos se consideró el rastreo de fuentes citadas en los documentos de la Biblioteca, por lo que desarrollamos una metodología de trabajo que se acerca a la minería de datos, pero sin la automatización habitual de otros proyectos; posteriormente se creó el esquema de trabajo para la extracción de datos y se procedió al análisis y creación de las visualizaciones.

² Ha sido financiado dentro del Programa de Apoyo para la Innovación y el Mejoramiento de la Enseñanza, PAPIIME, PE-401407 y por el Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica, IN404711, por la Dirección General de Apoyo al Personal Académico, de la UNAM, y por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) como proyecto de investigación básica.

2.1. *Estructura de la información y selección de herramientas de trabajo*

La información estructurada es la que ha sido analizada con el fin de dividirla en sus componentes estructurales. Sin embargo, este tipo de información no constituye la mayor parte de la que se encuentra disponible en el mundo que, fundamentalmente, es información no estructurada, pues no está asociada con un modelo de datos para su análisis. En 1998, Shilakes y Tylman (1-64) hicieron una estimación acerca de la situación en que se encontraba la información potencialmente usable dentro del mundo de los negocios y llegaron a la conclusión de que aproximadamente un 80% de la misma estaba en forma no estructurada. Más recientemente, en 2010 (Grimes), nuevos análisis han estimado que la cantidad de datos no estructurados aumentará alrededor de un 800% en los próximos 5 años, y que su ritmo de crecimiento es en un orden de 10 a 50 veces más rápido que el de la información estructurada. No hay estimaciones equivalentes para entornos académicos, pero es muy probable que no sean inferiores a los que indican estos estudios. Si se tiene como objetivo procesar gran cantidad de información textual –como es el caso de la información disponible en una colección de textos como el de la BdPn-, es necesario llevar a cabo un proceso de análisis y división/selección/clasificación de sus partes, para que el corpus pueda ser procesado de forma automática.

a. Información y estructuración

Como es claro, el tipo de estructura que se les dé a estos datos debe atender a las preguntas que se buscarán responder a través del análisis posterior de la información extraída y estructurada.

Una elemento importante al momento de estructurar la información es que, para poder lograrlo, es preciso hacer explícita la denominación de las categorías con las cuales se clasificarán los datos disponibles. Citando a Ursula LeGuin, "the name is the thing, and the true name is the true thing. To speak the name is to control the thing" (citado de DeRose, 1994). Este proceso de nombrar las cosas y clasificarlas es un paso hacia la creación de una ontología³ que permite exportar el procedimiento realizado en el modelo a otros modelos similares, dando

³ Se tiene en cuenta aquí la definición de Ontología en el campo de la computación, en donde se define como un esquema riguroso de términos relacionados de un dominio que sirva de estándar para la clasificación de información relacionada con dicho dominio.

como resultado una metodología general de investigación, en este caso, para los textos novohispanos.

2.1.1. Las herramientas

Con el fin de trabajar la información de la BdPn, recurrimos a tres herramientas a lo largo de todo el proceso. En primer lugar se decidió cuáles serían los datos que reflejan el carácter bibliográfico de esta investigación que se enfocaría a las fuentes usadas en los textos y cuál es el esquema más adecuado bajo el cual se organizan y almacenan.

a. Gestor de Bases de Datos en Grafo

Para crear la estructura se usó *SylvaDB*⁴ un gestor de Bases de Datos en Grafo que nos permitió la flexibilidad suficiente para representar las relaciones entre los datos sin perder su estructura semántica (*El autor X escribe el texto Y en el lugar Z en la fecha A, bajo la imprenta B/ La cita C aparece en los textos X1 y X2, etc.*)

b. Trayectorias en el Grafo

Dada la complejidad en los datos, surgió la necesidad de navegar directamente en el grafo para responder la pregunta fundamental de esta investigación: *¿Cuál es la red de conocimiento en la Nueva España del 1600?*, decidimos utilizar un proceso intermedio entre el gestor de bases de datos en grafo (*Sylva*) y la herramienta de visualización (*Gephi*); para este paso recurrimos a *Topics Navigator*⁵, una herramienta basada en *NetLogo* y que es suficientemente robusta para navegar directamente grafos complejos por medio de *traversals* (recorridos en el grafo).

c. Visualizaciones

Finalmente creamos las visualizaciones en *Gephi*, pues no sólo es una de las herramientas de visualización más usadas y estables en este momento, sino que la estructura interna del programa permite que se pueda representar el grafo completo con todos los datos y relaciones o secciones del mismo para puntualizar aspectos específicos.

⁴ *SylvaDB* es una base de datos en grafo desarrollada por The CulturePlex Lab de la University of Western Ontario.

⁵ Agradecemos al Dr. Fernando Sancho Caparrini de la Universidad de Sevilla por dejarnos utilizar esta herramienta que se encuentra en un estado beta.

2.2. *Extracción de datos*

La extracción de los datos se hizo de forma manual, debido a la complejidad de los textos y la necesidad de mantener la mayor precisión en los datos extraídos, fue necesario revisar los documentos digitalizados dentro del acervo de la BdPn, pero también consultar las imágenes facsimilares de los documentos originales. La extracción de datos se concentró en información acerca de los textos originales: Autor, Fecha y Lugar de impresión, Imprenta y Título original; y del contenido de los mismos: Autores y Textos citados. Con la intención de registrar los datos y lograr unicidad en los mismos se estandarizaron los nombres de autores citados, al igual que los nombres de los textos⁶.

2.3. *Clasificación*

La clasificación de los datos se hizo manteniendo la estructura semántica de los mismos, pero traducida en un grafo en el cual se almacenan los datos de manera ordenada y, más importante, se mantiene y refleja la relación que éstos tienen entre sí. De esta forma el esquema mantiene los datos necesarios para la creación del mapa de conocimiento a partir de las relaciones bibliográficas manifestadas en los documentos originales.

⁶ Los nombres de los autores citados varían de acuerdo a cada escritor, incluso varían dentro del mismo texto en el que aparecen referenciados; debido a esta falta de estandarización los datos aparecían duplicados bajo distintas formas, dando una cantidad de datos falsa. Por ejemplo: Ptolomeo, Tolomeo, Ptholomeo, Pthólomeo, etc. Por esta razón se estandarizaron todos los nombres que se identificaron como iguales y se utilizó la escritura modernizada de los mismos, o, en caso de demasiada diferencia entre un dato y su símil, se utilizó la escritura más frecuente dentro de la totalidad de los documentos originales. Este mismo proceso se utilizó con los nombres de los textos referenciados.

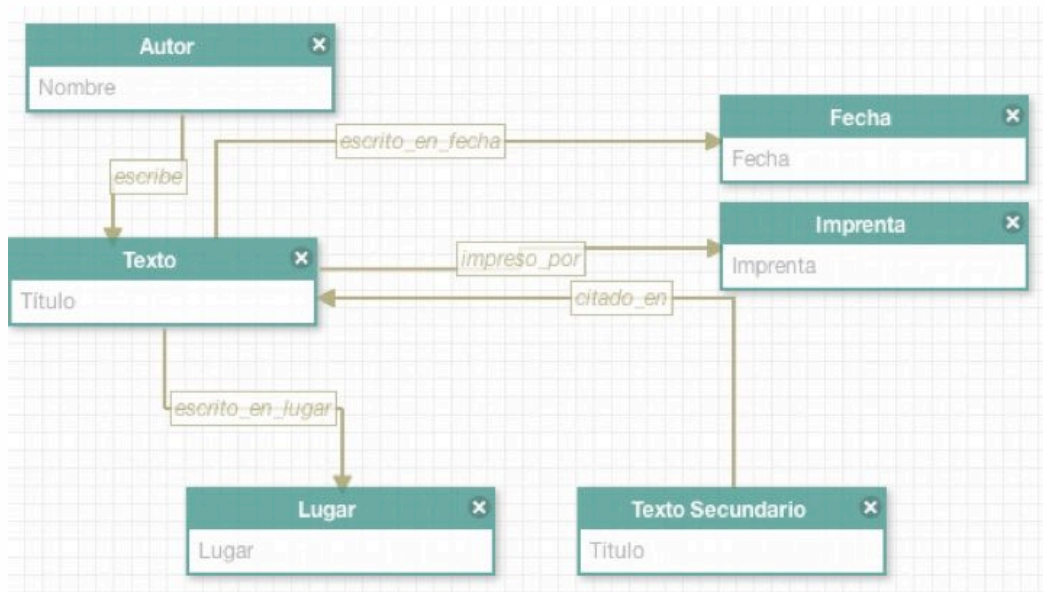


Figura 1. Diagrama de clasificación de datos

2.4. Volcado de información

Para el volcado de la información recurrimos, como ya se mencionó, a un sistema intermedio que utilizara el esquema original trazado en Sylva y que, además, permitiera manejar la información para ser exportada posteriormente a Gephi para producir las visualizaciones complementarias a este estudio.

Para traspasar la información a Topics Navigator se hizo una exportación de la información a un archivo CSV siguiendo los requisitos requeridos por este programa. Para evitar la aglomeración de información textual dentro de las futuras visualizaciones, se decidió utilizar versiones reducidas de títulos de textos; pues dada la naturaleza de los mismos, cada sección o título comprende alrededor de diez palabras, aspecto que reflejado en la red obstruiría la visualización de la misma. Del mismo modo, con la intención de evitar posibles errores en los sistemas se decidió eliminar las tildes y demás signos de puntuación.

Posteriormente, y tras realizar las consultas y análisis con la herramienta citada, se exportaron los grafos resultantes a Gephi.

2.5. Visualización

El resultado final de todo este proceso fue la generación de cuatro visualizaciones que nos permiten puntualizar e interpretar los resultados del análisis de los textos. En esa medida, no se trata de meras ilustraciones, sino una representación visual de las redes de conocimiento en las que es posible apreciar y comprender de una manera mucho más clara la relación de la información contenida en esas estructuras. Es interesante ver cómo de la representación visual de los datos emergen patrones que no habíamos percibido y que ahora podemos mostrar para dar soporte y matiz a lo que en un principio era sólo una hipótesis.

3. Resultados

En esta investigación se trabajó con 8 documentos relacionados directamente con la aparición de los cometas. Los de 1652, Diego Rodríguez, *Discurso etheorologico del nuevo cometa*. Juan Ruiz, *Discurso hecho sobre la significacion de dos impresiones meteorologicas* y Gabriel López de Bonilla, *Discurso, y relacion cometographia*. Y los del 1682: Martín de la Torre, *Copia de una carta tocante a la aparicion de un Cometa de los años de 1680, 1681*. Gaspar Juan Evelino, *Especulacion astrologica, y physica de la naturaleza de los cometas*. Eusebio Francisco Kino, *Exposición Astronómica del cometa*. Carlos de Sigüenza y Góngora *Libra astronomica y philosophica* y Joseph de Escobar Salmerón y Castro, *Discurso cometologico, y relacion del nuevo cometa*.

De estos se extrajo un conjunto de datos y relaciones que formó el siguiente grafo de 271 nodos y 299 aristas.

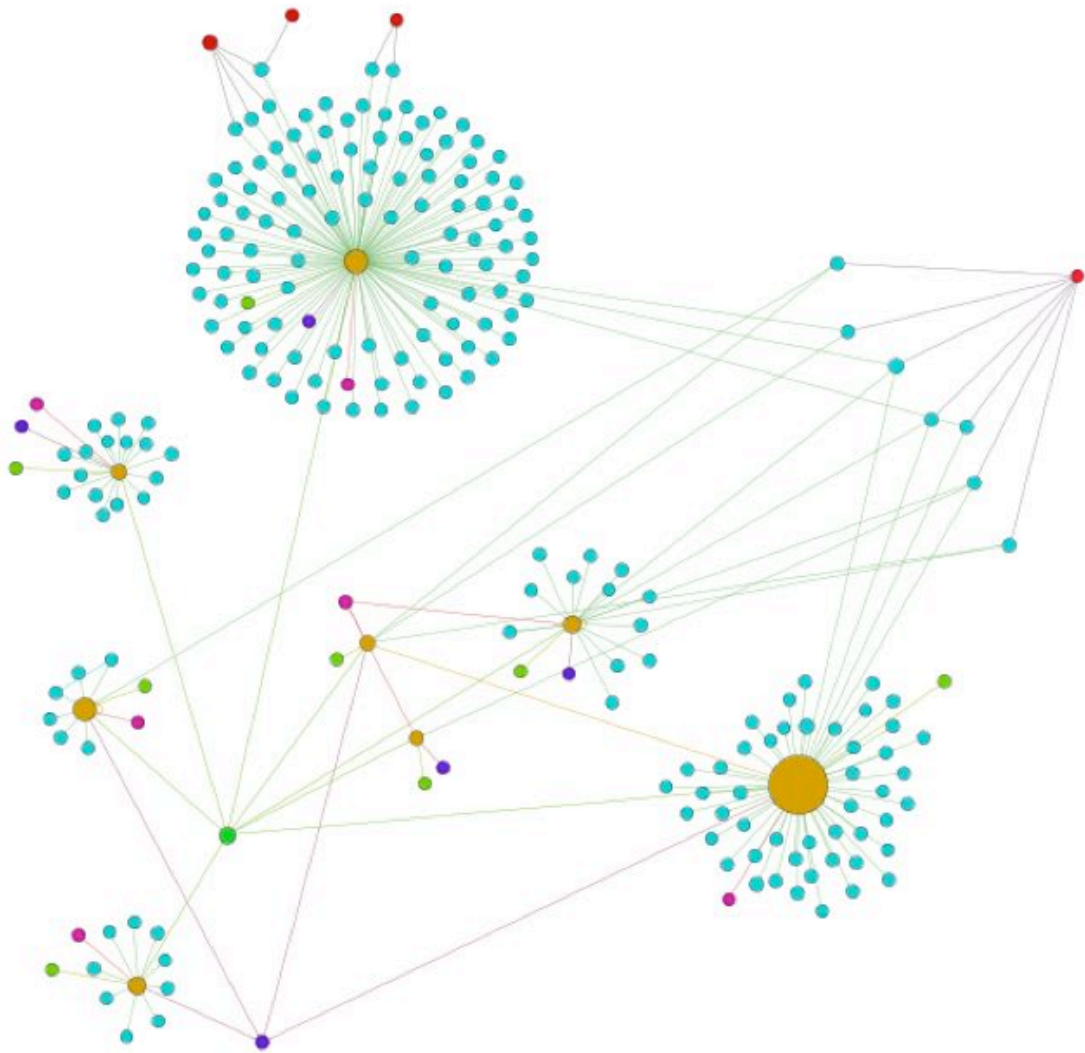


Figura 2. Red del conocimiento *disputa sobre la naturaleza de los cometas siglo XVII*

3.1. Red del conocimiento *disputa sobre la naturaleza de los cometas siglo XVII*

Lo que se puede observar en este, y en los grafos siguientes en que aparecen segmentados los dos debates sobre la naturaleza del cometa, es la concentración de la mayor parte de las referencias hechas en los textos en dos obras: el *Discurso ethereologico del nuevo cometa* de fray Diego Rodríguez, y la *Libra astronomica y philosophica* de Carlos de Sigüenza y Góngora, señalados como los puntos amarillos con mayor número de conexiones con fuentes, que se identifican con el color azul claro. Otros datos extraídos son, en verde, el lugar de publicación; en morado, la imprenta, y en rosa la fecha de publicación.

Para valorar las implicaciones de la imagen que nos ofrece el grafo hay que tomar en cuenta al menos dos cosas: tanto el *Discurso ethereologico* como la *Libra* son las obras que sostienen e introducen en la Nueva España la tesis de la naturaleza celeste de los cometas. Es decir, en la relación de los textos que hemos descrito al principio, se trata de aquellas que proponen una idea innovadora, frente las que reiteran la tesis tradicional.

En segundo lugar, se trata de textos originados al interior de la universidad –fray Diego, como Sigüenza, ocupaban en su momento la cátedra de Astrología y Matemáticas de la Real y Pontificia Universidad de México– frente a los restantes que, salvo en el caso de uno de los autores de los otros tratados, José de Escobar Salmerón y Castro, catedrático de Cirugía en la misma Universidad, todos escriben fuera del ámbito universitario.

De este modo los grafos evidencian un relación claramente asimétrica, en términos de la red de conocimiento, entre la obra que innova, de origen universitario, y aquellas que no lo hacen. La primera, pues, no sólo introduciría al debate una posición novedosa, sino que lo haría haciendo uso de un número alto de fuentes. Mientras que las restantes reiterarían una tesis dominante, acudiendo a un escaso número de fuentes. De la misma forma, los grafos nos mostrarían que los textos producidos al interior de la universidad harían uso de un número mayor de referencias frente a todos aquellos que se producen fuera de ella.

Esto es mucho más evidente si se miran con detalle los gráficos de la disputa de 1652 y de 1680. En la primera, la amplitud de la red de *Discurso ethereologico* sobresale frente a las limitadas referencias en las otras dos obras. Su nodo principal es el *Discurso* representado el punto más grande en amarillo. Hay que observar que, aunque estos documentos fueron escritos en la misma época y tratan del mismo evento celeste, la relación más fuerte entre ellos se da por el lugar de origen en el que fueron producidos: México (nodo verde), y sus relaciones en cuanto a fuentes citadas no es lo suficientemente significativa y recurrente como para aparecer en el grafo.

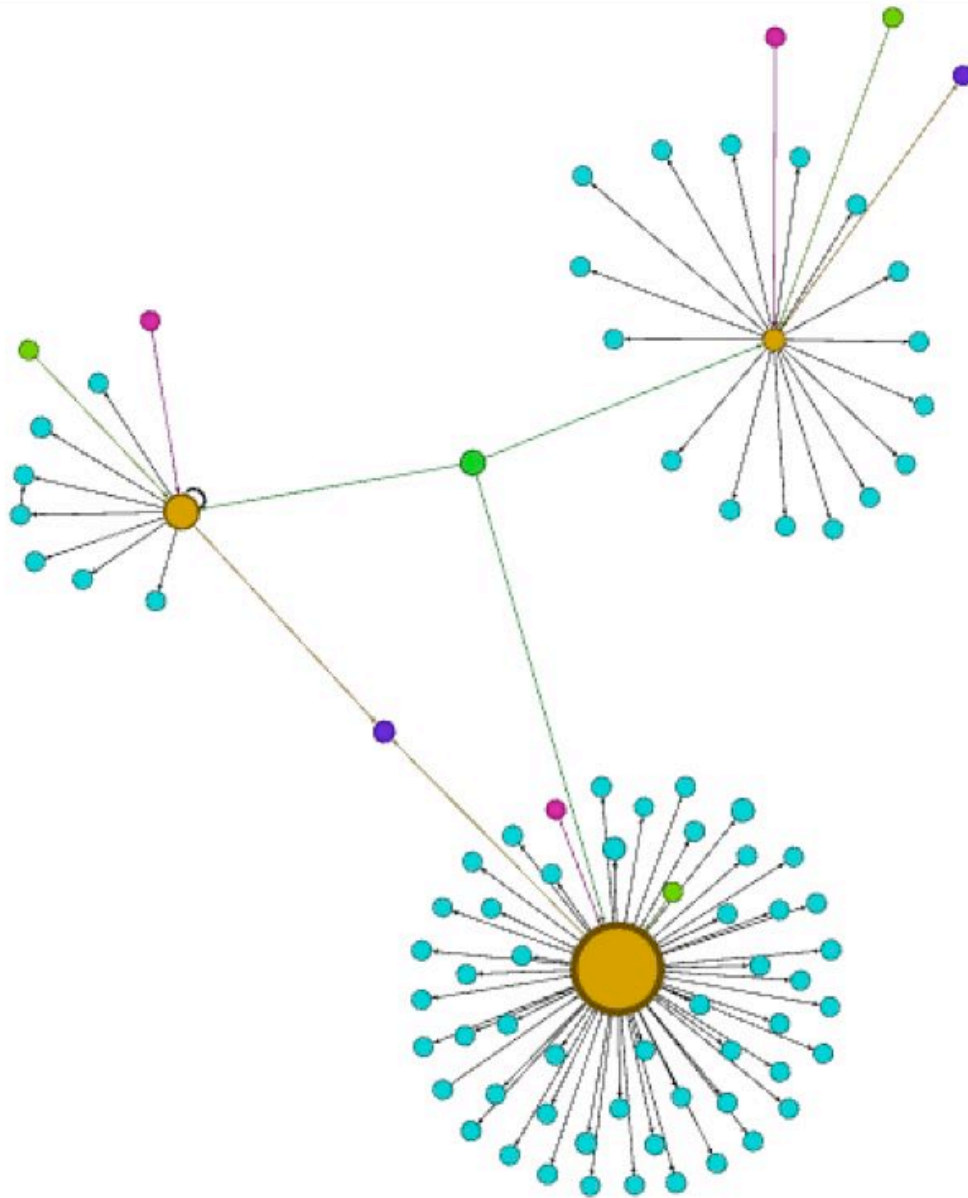


Figura 3. Red de conocimiento *disputa sobre los cometas de 1652*

3.2. Red de conocimiento *disputa sobre los cometas de 1652*

Con base en ese hecho, y tras una revisión de los textos, es posible formular a título de hipótesis, que las obras alrededor del cometa de 1652 no conforman un debate en sentido estricto, contrario a lo que señalan Trabulse (1974, 1984) y Rodríguez-Sala (1994). La evidencia señala que son poco significativas las relaciones entre ellos, por lo que la producción de cada texto no parece haber estado vinculada a la redacción de alguno de los otros. Otra cosa ocurre,

sin embargo, al estudiar el grafo correspondiente a las obras aparecidas alrededor del cometa de 1680.

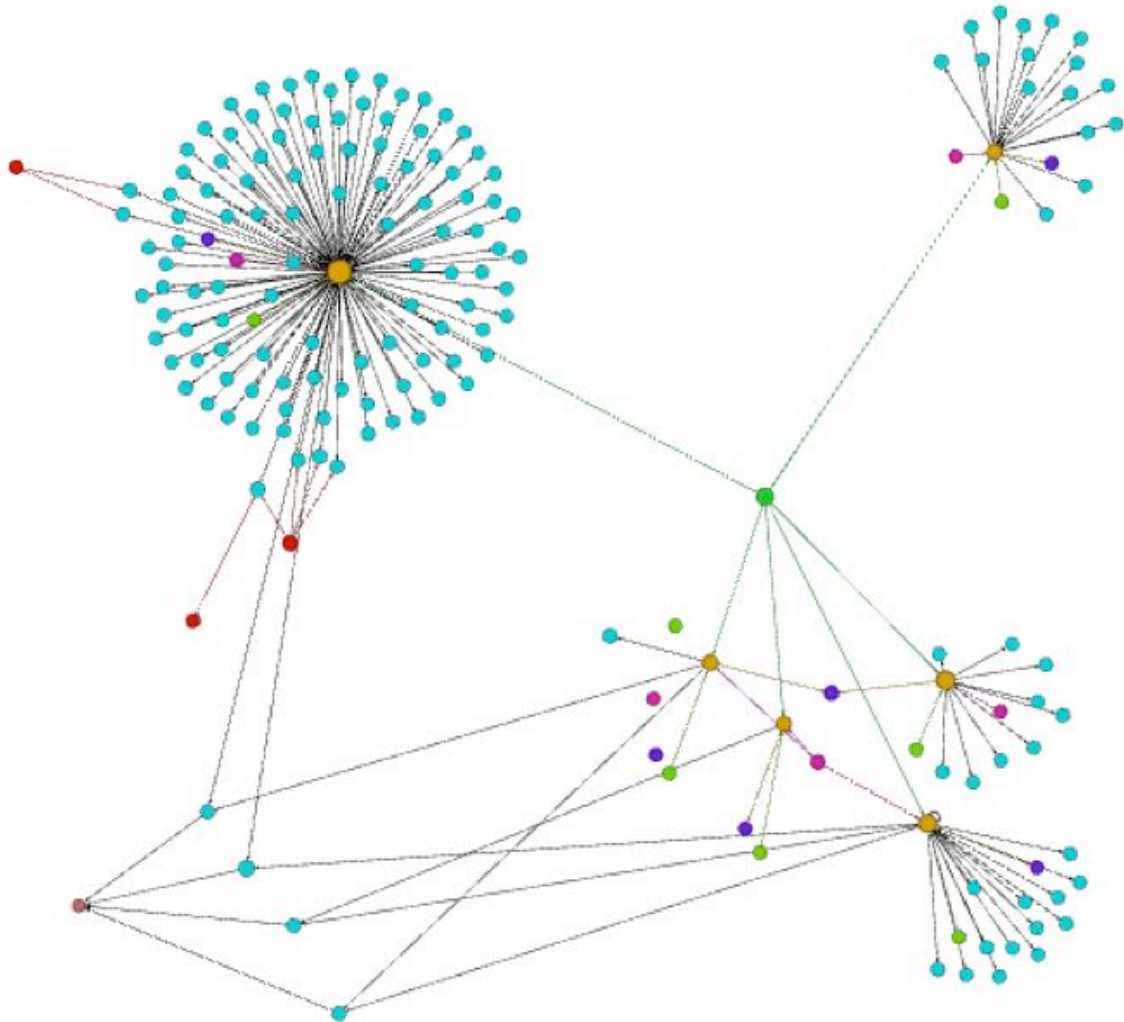


Figura 4. Red de conocimiento *disputa sobre los cometas de 1680*

3.3. Red de conocimiento *disputa sobre los cometas de 1680*

En este grafo el cluster principal es el encabezado por la *Libra astronomica* y aunque el país de origen de todos estos documentos es común, al igual que en el grafo de la red de 1652, no es esta la única relación entre ellos. Aquí encontramos un grupo de fuentes de las que participan todos los nodos. Uno es una homonimia entre tres textos [*Cometas*], donde se tomó la decisión

de no diferenciar entre ellos por ser todos de autores españoles publicadas en el último cuarto del siglo XVI. Se trata de los tratados de Bartolomé Barrientos, Antonio Nuñez de Zamora y Francisco Fernández Rajo⁷. Los restantes son *Los meteorológicos* de Aristóteles, *Las cuestiones naturales* de Séneca y el *Apocalipsis* de San Juan.

Que sean estas las fuentes en las que coinciden todos los tratados hace completo sentido. Están presentes, por un lado, las hipótesis en disputa: la del carácter meteorológico (terrestre) de los cometas de Aristóteles y la del carácter celeste de los cometas de Séneca. Además, aparecen las fuentes más cercanas en la formación de los astrónomos novohispanos: Barrientos, Nuñez de Zamora y Fernández Rajo, más el *Apocalipsis* que es un texto clave en la época, porque el bachiller Miguel Sánchez basó en él su interpretación escatológica de la aparición de la Virgen de Guadalupe (Lafaye 1977: 337) y fray Diego Rodríguez recurrió a él para enmarcar el desciframiento del significado del cometa de 1652, para darle a la Virgen la potestad sobre cielo novohispano. Marco escatológico al que, como puede verse, no son ajenas las obras producidas para el cometa de 1680.

La existencia de estas relaciones comunes es una evidencia fuerte (además de las alusiones directas que las obras hacen entre sí) de que dentro de este segundo grupo sí existió un debate y una discusión que tuvo como eje las fuentes mencionadas.

⁷ Bartolomé Barrientos. *Cometarum explicatio atque praedicto liberalium artium*. Salamanca: Portonariis, 1574. Antonio Nuñez de Zamora. *Liber de cometis: in quo demonstratur Cometam anni 1604 fuisse in firmamento ; y en romance el juyzio de la maxima conjunction del año de 1603*. Salamanca: viuda de Antonio Ramírez, 1610. Francisco Fernández Rajo. *De cometis, et prodigiosis eorum portentis, libri quatuor*. Madrid: Guillelmus Drouy, 1578.

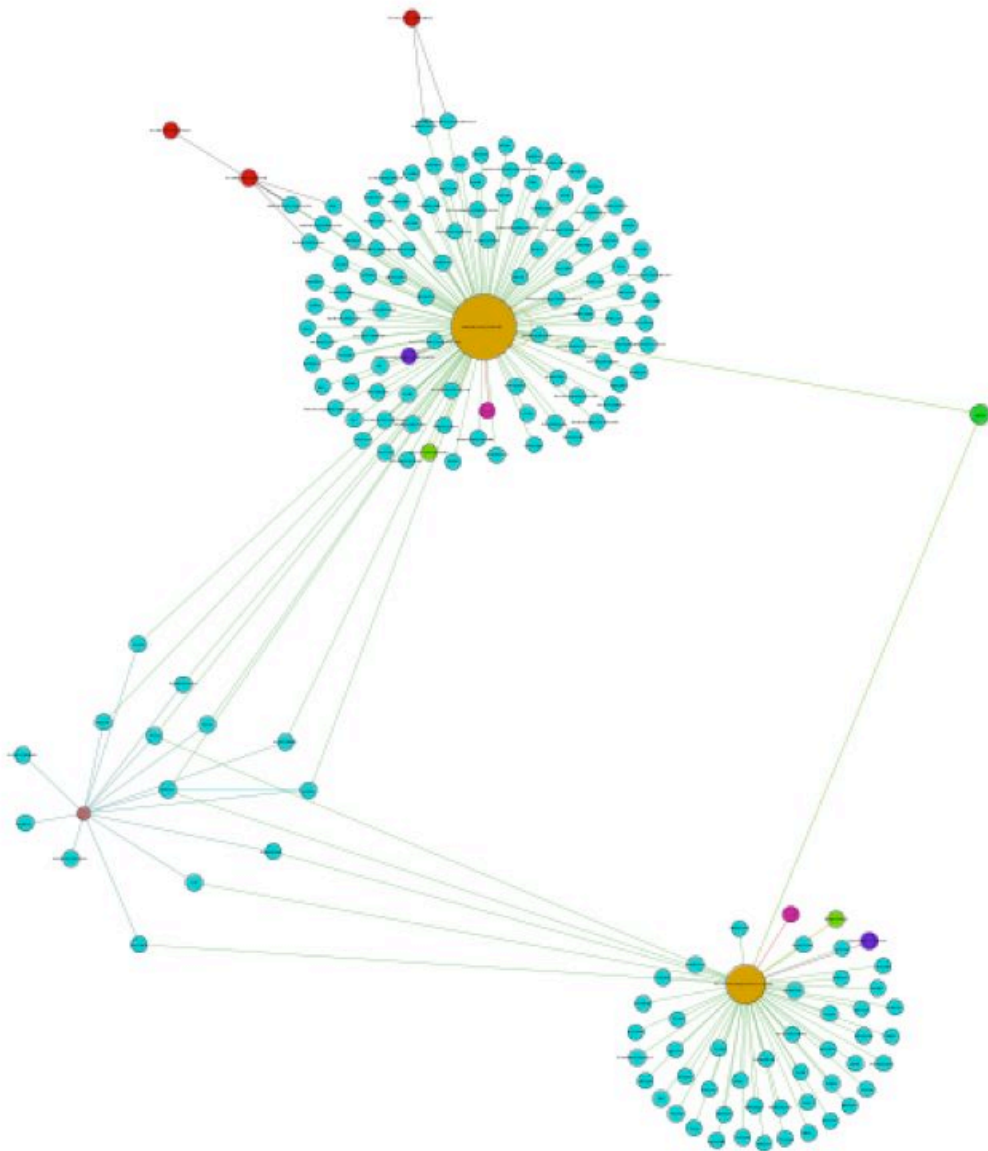


Figura 5. Relaciones entre la *Libra* y el *Discurso*

3.4. Relaciones entre la *Libra* y el *Discurso*

Realizamos además una visualización de los dos textos que encabezan la disputa sobre la naturaleza de los cometas: el *Discurso ethereologico* y la *Libra astronomica* en busca de mayores detalles. En ella se observa que la *Libra* está representada por un cluster más nutrido y variado en cuanto a las referencias citadas en el cuerpo del texto (nodo amarillo en la parte superior de la imagen); mientras que el *Discurso* es un cluster más reducido en tamaño y, por ende, en cantidad de referencias externas a obras de otros autores.

Estos textos líderes en la discusión e introductores de nuevas ideas sobre el fenómeno de los cometas, comparten el siguiente grupo de referencias:

- *Los meteorológicos y Los físicos* de Aristóteles
- *Sobre las facultades naturales: las facultades del alma siguen los temperamentos del cuerpo* de Galeno
- *Las cuestiones naturales* de Séneca
- *La historia Natural* de Plinio
- *Centiloquio y Almagesto* de Ptolomeo
- Textos bíblicos: *Epístolas, Reyes, Job, Apocalipsis*
- *De las propiedades de los elementos*, Alberto Magno
- *Cometas* (Bartolomé Barrientos, Nuñez de Zamora y Fernández Rajo)

En esta lista encontramos el núcleo central de la disputa alrededor del cometa de 1680 que ya comentamos, pero a ellos se añaden otros textos que son fundamentales en la formación del pensamiento cometológico en occidente: *La historia natural* de Plinio, las obras de Ptolomeo y *Las propiedades* de Alberto Magno. Un texto médico, una obra más de Aristóteles y otros textos bíblicos. Visto en conjunto, la red de conocimiento que comparten los dos libros refleja la producción teórica más relevante sobre cometas hasta la Edad Media, los textos cometológicos españoles de finales del siglo XVI, y conexiones que reflejan las vinculaciones de la reflexión astronómica con la medicina y con el pensamiento religioso.

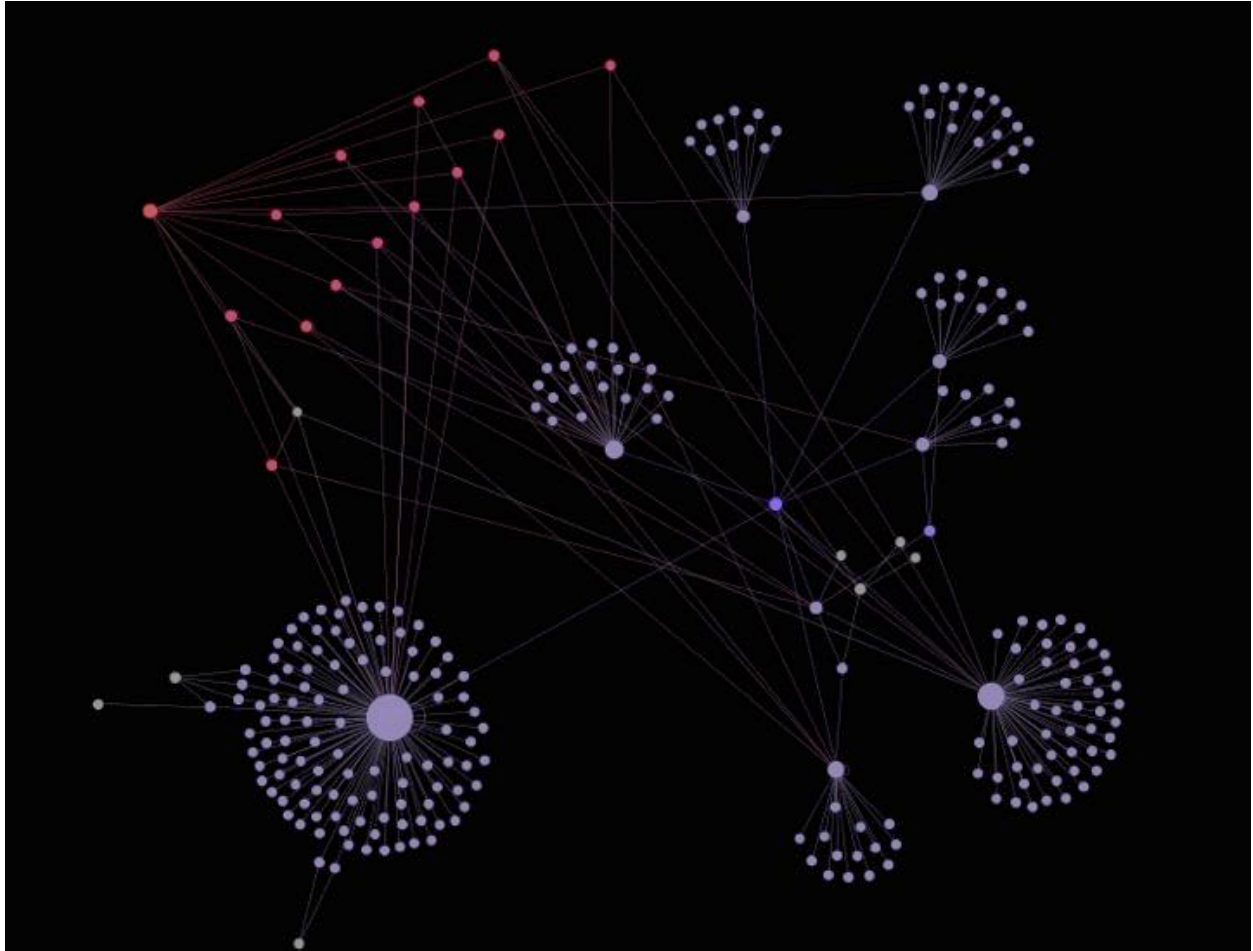


Figura 6. Red del Conocimiento Novohispano

3.5. *Red del Conocimiento Novohispano*

En este último grafo y con la finalidad de mostrar las referencias bibliográficas que dan cohesión a la Red de conocimiento en su totalidad, se añadió un nodo sin valor al cual se relacionaron dichas referencias. El cluster formado por las mismas se puede ver en tonos rosados en la parte superior derecha de la imagen. Este cluster está formado por 14 textos, de los cuales uno es una homonimia ya mencionada. La única diferencia entre esta lista y la anterior, es la inclusión de los *Tópicos* de Aristóteles, lo que sólo matiza lo dicho anteriormente y que puede servir como conclusión de estos resultados: el eje de la discusión sobre la naturaleza de los cometas se produce dentro de las teorías más relevantes enunciadas hasta la Edad Media y los textos sobre escritos en España a finales del siglo XVI.

4. Trabajo para el futuro

Es innegable que las visualizaciones nos ofrecen un acercamiento general de la red de conocimiento que emergió del análisis documental, y nos permitió ubicar dentro de ella a los textos y extraer algunas evidencias. Sin embargo, estos resultados han abierto nuevas preguntas para las cuales será necesario continuar con el análisis de los documentos, el análisis detallado del grafo y la expansión del mismo con la finalidad de incluir la mayor cantidad de detalle posible para explicar las implicaciones que tiene. Por lo pronto, lo visto hasta aquí nos permite formular algunas hipótesis.

En primer lugar, pensamos que la asimetría entre las obras podría explicarse por el lugar que cada teoría tiene en la sociedad en el momento de su discusión. Mientras la idea de un origen terrestre de los cometas es dominante en la época, la del carácter celeste de los cometas es nueva. De este modo, la primera parece requerir de un menor esfuerzo argumental que la tesis contraria. Esta, por su parte, debe ofrecer suficientes elementos de prueba y convocar la suficiente evidencia, para poder ganar penetración y, por tanto, el debate.

En segundo lugar, la forma asimétrica de la red de conocimientos nos permitiría pensar que, pese al alcance que Trubse (1994: 11ss) otorga a las bibliotecas novohispanas, el acceso a las fuentes sería muy desigual entre quienes estaban vinculados con la universidad y una orden religiosa, y quienes no lo estaban. Lo que por su parte, explicaría que las obras producidas dentro de la Universidad tuvieran una riqueza de fuentes notablemente mayor.

Finalmente, es importante destacar que no encontramos evidencia de que obras astronómicas relevantes para la discusión en Europa, y las que de hecho la desataron, como las de Tycho Brahe o Longomontano, presentes además en algunos de los textos, sean significativas dentro de la disputa. Esto haría que tuviéramos que considerar su valor como marginal en la introducción de las ideas novedosas en la Nueva España y que se desarrollaron principalmente por otros medios. Pero es necesario profundizar más en el estudio de las obras para poder establecer su papel en ellas.

Bibliografía

- Aparicio Sedano, Héctor Rafael (2013). *La lectura de los cielos: Una nueva interpretación del Discurso etheorológico*. Tesis. UNAM, México. <<http://132.248.9.195/ptd2013/mayo/407000199/Index.html>> (13-09-2014).
- Bastian, Mathieu; Heyman, Sebastien (2009). *Gephi: An Open Source Software for Exploring and Manipulating Networks*. <<http://gephi.org>>. (13-09-2014).
- Beuchot, Mauricio (1994). "Kircher y algunos filósofos mexicanos en el siglo XVII". *Intersticios* 1 (1): pp. 87–95.
- Carlos de Sigüenza y Góngora: homenaje, 1700-2000* (2000). México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Históricas.
- CHARTA (2013). *Criterios de edición de documentos hispánicos (Orígenes-siglo XIX) de la Red Internacional CHARTA*. <<http://www.charta.es/>>. (13-09-2014).
- DeRose, Steven J. (1995). *Structured Information. Navigation, Access, and Control*. <<http://sunsite.berkeley.edu/FindingAids/EAD/derose.html>>. (04-04-1995).
- Gephi Consortium (2013). *Gephi (Version 0.8.2 beta)*. <<http://gephi.org>>. (13-09-2014).
- Gortari, Eli de (1963). *La ciencia en la historia de México*. México: FCE.
- Grassi, Marco; Morbidoni, Christian y Nucci, Michele (2013). "Pundit: augmenting web contents with semantics". *Literary and Linguistic Computing* 28 (4): pp. 640–659.
- Grimes, S. (2010). "Unstructured Data and 80 Percent Rule". *Bridge Point Article*. <<http://clarabridge.com/default.aspx?tabid=137&ModuleID=635&ArticleID=551>>. (13-09-2014).
- Heidarzadhe, Tofigh (2008). *A history of physical theories of comets, from Aristotle to Whipple*. California, EE. UU.: Springer Science.
- Hu, Jiajia y Wang, Ning (2013). "Complex network perspective on graphic form system of Hanzi". *Literary and Linguistic Computing* 28 (4): pp. 660–667.

Hubka, Karel P. (2009). "SusTEInability of linguistic resources through feature structures". *Literary and Linguistic Computing* 24 (3): pp. 363–372.

Jardine, N. (1984). *The birth of history and philosophy of science: Kepler's A defence of Tycho against Ursus, with essays on its provenance and significance*. Cambridge [Cambridgeshire]; New York: Cambridge University Press.

Jessop, Martyn (2008). "Digital visualization as a scholarly activity". *Literary and Linguistic Computing* 23 (3): pp. 281–293.

Jiménez Rueda, Julio (1945). "Astrólogos y quirománticos en la Nueva España". *Revista de la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM* Octubre-Diciembre 20: pp. 233–244.

Lafaye, Jaques. (1977). *Quetzalcóatl y Guadalupe: la formación de la conciencia nacional en México*. México: Fondo de Cultura Económica.

Moreno Corral, M. A. y M. Álvarez, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Históricas, & Simposio de Historia de la Astronomía en México (2003). *Historia de la astronomía en México*. México: Fondo de Cultura Económica.

Moretti, F. (2005). *Graphs, maps, trees: abstract models for a literary history*. London-New York: Verso.

Peña Pimentel, Miriam (2011). *El Gracioso en el Teatro de Calderón: Un análisis desde las Humanidades Digitales*. Tesis Doctoral. UWO, Canadá. <<http://ir.lib.uwo.ca/etd/307>>. (13-09-2014).

Rodríguez-Sala, M. L. (1994). *Raíces de la cultura científica nacional: los primeros científicos de la Nueva España, siglo XVI*. México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología-Chromatos.

Rodríguez-Sala, María Luisa (1997). *Científicos y académicos en el siglo XVI y XVII novohispanos, miembros de estamentos en la formación de una ciencia nacional*. Tesis Doctoral. UNAM, México.

Rosa, Javier de la, Juan Luis Suárez y Fernando Sancho Caparrini (2013). "SylvaDB: A Polyglot and Multi-backend Graph Database Management System". *DATA* 2: pp. 285–292.

Sancho Caparrini, Fernando (2013). *Topics Navigator* (Versión Prueba). <<http://www.cs.us.es/~fsancho/?e=40>>. (13-09-2014).

Shilakes, Christopher C. y Julie Tylman (1998). "Enterprise Information Portals". *Merrill Lynch* 16: pp. 1–64.

Sperberg-McQueen, C. Michael (1991). "Text in the Electronic Age: Textual Study and text Encoding, with Examples from Medieval Texts". *Literary and Linguistic Computing* 6 (1): pp. 34–46.

Suárez, Juan Luis, et al. (2013). "Towards a digital geography of Hispanic Baroque art". *Literary and Linguistic Computing* 20 (4): pp. 718–735.

Tena Villeda, Rosalba (2004a). "Fray Diego Rodríguez: astrónomo-astrólogo-matemático, precursor de la modernidad científica nacional". Ed. María Luisa Rodríguez-Sala. *Des estamento ocupacional a la comunidad científica: astrónomos-astrólogos e ingenieros (sigos XVII al XIX)*. México: Universidad Nacional Autónoma de México. pp. 85–130.

Tena Villeda, Rosalba (2004b). *Gabriel López de Bonilla, un astrónomo-astrólogo en el siglo XVII mexicano*. Ed. María Luisa Rodríguez-Sala. *Des estamento ocupacional a la comunidad científica: astrónomos-astrólogos e ingenieros (sigos XVII al XIX)*. México: Universidad Nacional Autónoma de México. pp. 33-83.

The Cultureplex Lab (2012). *Sylvadb*. Canadá: The Cultureplex Lan. <<http://testing.sylvadb.com/>>. (13-09-2014).

Trabulse, Elías (1974). *Ciencia y religión en el siglo XVII*. México: El Colegio de México.

Trabulse, E. y Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (1984). *Historia de la ciencia en México: estudios y textos*. México: Fondo de Cultura Económica.

Ziller Camenietzki, Carlos (2005). "La ciencia barroca del padre Kircher". *Artes de México* 82: pp. 28–30.

Este mismo artículo en la web

<http://revistacaracteres.net/revista/vol3n2noviembre2014/biblioteca-digital-novohispana>