



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

La Aurora Boreal de 1789

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**F Í S I C A
P R E S E N T A:**

Andrea Luna Hernández



México D.F.

**DIRECTORA DE TESIS:
Dra. Susana Biro McNichol
2015**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Hoja de Datos del Jurado

1. Datos del alumno

Apellido paterno
Apellido materno
Nombre(s)
Teléfono:
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Carrera
Número de cuenta

1. Datos del alumno

Luna
Hernández
Andrea
53685062
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Física
306292387

2. Datos del tutor

Grado
Nombre(s)
Apellido paterno
Apellido materno

2. Datos del tutor

Dra
Susana
Biro
McNichol

3. Datos del sinodal 1

Grado
Nombre(s)
Apellido paterno
Apellido materno

3. Datos del sinodal 1

Dr
José Ernesto
Marquina
Fábrega

4. Datos del sinodal 2

Grado
Nombre(s)
Apellido paterno
Apellido materno

4. Datos del sinodal 2

Dr
Roberto Alejandro
Ruelas
Mayorga

5. Datos del sinodal 3

Grado
Nombre(s)
Apellido paterno
Apellido materno

5. Datos del sinodal 3

Mat
Julio César
Guevara
Bravo

6. Datos del sinodal 4

Grado
Nombre(s)
Apellido paterno
Apellido materno

6. Datos del sinodal 4

Dra
Gisela Tamhara
Mateos
González

7. Datos del trabajo escrito

Título
Subtítulo
Número de páginas
Año

7. Datos del trabajo escrito

La Aurora Boreal de 1789
76 p
2015

Agradecimientos

Agradezco a la UNAM porque me dio la oportunidad de formarme individual y profesionalmente. Gracias a esta institución pude acceder a una educación, eventos culturales, políticos y deportivos que a lo largo de estos años me ha ayudado a crecer personal y profesionalmente. También, quiero agradecer a todos los maestros que he tenido a lo largo de mis estudios, pues, sus enseñanzas me han ayudado a llegar hasta donde estoy ahora. Agradezco a los miembros del jurado: Dr. José Ernesto Marquina Fábrega, Dr. Roberto Alejandro Ruelas Mayorga, Mat. Julio César Guevara Bravo y Dra. Gisela Tamhara Mateos González por su tiempo y sus comentarios que sirvieron para presentar una mejor tesis. A la Dra. Susana Biro quiero agradecerle no sólo por su asesoría en la elaboración de este trabajo, sino también por su guía durante la realización de mi servicio social, sus enseñanzas y el apoyo que me ha brindado desde que la conocí. Además, quiero agradecer al Instituto de Astronomía de la UNAM, pues me permitió realizar el servicio social y me brindó la oportunidad de seguir trabajando en sus instalaciones durante los últimos semestres de la carrera.

Agradezco a mi familia, en especial a mis padres y a mi hermana por ser una fuente de amor, apoyo, enseñanzas e inspiración que siempre ha estado presente en mi vida. Les agradezco profundamente por estar a mi lado. A mis amigos y amigas les agradezco por brindarme su amistad. Chicos, ustedes también han sido una fuente de inspiración y apoyo. Halka, Dulce, Óscar, Alma, Lupe, Fanny, Toño, Tomás, Víctor, Anayeli, Héctor y a todos los que me faltan por nombrar (por falta de espacio y no porque me olvide de ustedes) sólo puedo decirles gracias por todo. A Cristina y Mónica, del seminario. Gracias por leer mi trabajo y decirme sus comentarios.

Muchas son las personas que he conocido a lo largo de mi vida y que han tenido un impacto en ella. Profesor Héctor, gracias por compartir conmigo sus conocimientos, el tai chi ha cambiado mi forma de ver la vida. A todos mis compañeros del Chopo gracias por todos los entrenamientos que hemos compartido. Lulú Martínez, Toño Peregrino, Martín Esparza y el Popeye, del programa Frecuencia Laboral. Gracias por permitirme luchar a su lado en la defensa de nuestros derechos, creo que podemos tener un México mejor donde no exista la corrupción, la inseguridad y la pobreza. A mis camaradas de Sonora. Muchas gracias por recibirme siempre como parte de su familia. Dr. Marcelino Barboza usted no solo es un gran científico, también es una estupenda persona, valoro mucho su apoyo y la amistad que me ha brindado.

Índice

Introducción.....	3
Capítulo I Los debates en la ciencia.....	5
Anatomía de un debate.....	5
Los estratos geológicos de Devon.....	8
Lagartijas Medicinales.....	10
Estudios sobre la Aurora Boreal de 1789.....	12
Capítulo II Los personajes y su contexto.....	14
Situación económica, política, social y cultural de la Nueva España.....	14
José Antonio Alzate y Ramírez de Santillana.....	19
Antonio León y Gama.....	23
José Francisco Dimas Rangel.....	28
Capítulo III El debate de la Aurora Boreal de 1789.....	33
Ciencia en Europa.....	33
Sistemas planteados sobre el origen y formación de la aurora boreal.....	37
El Debate de la Aurora Boreal.....	42
Conclusiones.....	66
Bibliografía.....	72

Introducción

El objetivo de esta tesis es estudiar los debates en la historia de la ciencia. Para ello se eligió un debate que tuvo lugar, en el último cuarto del siglo XVIII, en la Ciudad de México, sobre el origen y formación de las auroras boreales. Con el fin de ubicar esta discusión es necesario conocer a los participantes y el contexto en el que vivieron, la Nueva España. De igual manera es importante saber sobre la ciencia en el siglo XVIII y qué es lo que se conocía acerca de las auroras boreales. Esto permitirá ubicar al debate y entenderlo de mejor manera.

Es conveniente mencionar que en esta tesis se debe tener presente el hecho de que en el siglo XVIII no se tenían los conocimientos, ni los avances científicos que hoy en día poseemos. Por ello, con el fin de realizar un buen trabajo en historia de la ciencia; así como, entender de mejor manera el debate se debe vivir en la época. Es decir, debemos de quedarnos con los conocimientos que se tenían, en ese momento, sobre las auroras boreales y la ciencia en general. Si bien es interesante saber cuál es la explicación que se tiene en la actualidad acerca de estas luces, no es conveniente abordarlas, ni compararlas con las teorías propuestas a finales del siglo XVIII, pues, al hacerlo se puede caer en un anacronismo.

En el capítulo I, titulado *Los debates en la ciencia*, se estudia qué es un debate, cuáles son sus partes y cuál es la importancia de su estudio en la historia de la ciencia. Para esto se siguió a Venturini (2010) y se analizaron de manera breve dos debates.

En el segundo capítulo, *Los personajes y su contexto*, se menciona de manera breve cuál fue la situación económica, política y cultural de la Nueva España. Con la noción de la situación de la Nueva España planteada, se presentan a los tres criollos que participaron en el debate: Antonio Alzate y Ramírez, Antonio León y Gama y Francisco Dimas Rangel.

El capítulo III, *El debate de la Aurora Boreal de 1789*, trata el tema de la ciencia en el siglo XVIII prestando especial atención a la ciencia en Europa por la influencia que existió de ese lugar hacia la Nueva España. Después se mencionan las teorías que se manejaban antes del avistamiento de la aurora boreal de 1789. Esto con el fin de tener un panorama más claro del conocimiento que se tenía acerca de estas luces. Por último se realiza una cronología del debate para así saber cómo se desarrolló.

Por último en *Conclusiones*, como su nombre lo indica, se tienen las reflexiones obtenidas de este trabajo. Gracias al estudio de este debate es posible conocer cómo fue la formación de conocimientos en la Nueva España, en el último cuarto del siglo XVIII. La figura pública que cada debatiente representa, el papel que tuvieron las redes de comunicación y la prensa en el siglo XVIII, cuál fue el cierre del debate y la interacción entre los participantes son algunos de los puntos que son abordados en este apartado.

Capítulo I

Los debates en la ciencia

Los debates¹ en la historia de la ciencia sirven para comprender el estado de la ciencia en un lugar y época determinados. Gracias a su estudio es posible entender qué es lo que se sabía de un tema, quiénes lo conocían y cómo es que lo comprendían. Además, al ser una perspectiva diferente de estudio de la ciencia, permite complementar trabajos que han realizado otras personas, teniendo así más estudios que permitan clarificar y entender la ciencia.

Anatomía de un debate

Antes de hablar de la importancia de estas discusiones, es necesario saber ¿Qué son? Un debate es una discusión que se da entre dos o más personas sobre un determinado tema y se origina cuando existe un disenso de opiniones entre los participantes que entablan la discusión. Para entender de una mejor manera qué es un debate, conviene mencionar los elementos que lo conforman. Siguiendo a Venturini² podemos enumerar las siguientes partes: ¿Cómo comienza?, ¿Quiénes participan?, ¿En dónde se desarrolla?, ¿Cuál es el objetivo de un debate? y ¿Cómo termina? Veamos cada una de ellas.

¿Cómo comienza? Un debate en la ciencia empieza cuando, entre dos o más personas, existe un disenso de opiniones respecto a un tema. Se origina un desacuerdo entre los investigadores que, con estudios y argumentos, presentan su punto de vista acerca del tema a discusión con el fin de llegar a una explicación que satisfaga a la mayoría de los investigadores. Cuando el conocimiento y las teorías que se tienen sobre un método de estudio o fenómeno no son aceptados por la mayoría de los estudiosos³, y en algún momento las ideas ya establecidas empiezan a ser puestas en duda y cuestionadas,

¹ En historia, sobre todo en los trabajos escritos en inglés se suele usar la palabra *controversy* (controversia) en lugar de debate, a pesar de que son sinónimos. Sin embargo, en esta tesis se utilizará debate, ya que considero que esta palabra es más adecuada en español.

² Venturini, T. (2010). pp. 258-273. En este artículo Venturini retoma el trabajo de Bruno Latour, ya que hace una cartografía de las controversias usando el Actor-Network Theory (ANT) de Latour.

³ Puede ocurrir que sólo sea un estudioso el que no esté de acuerdo con el método de estudio o fenómeno. Sin embargo, si esta persona posee influencias, poder o reconocimiento en el medio científico o social, puede ser ella la que desencadene la discusión.

se abre un debate con el fin de llegar a un acuerdo sobre la explicación del fenómeno o método de estudio en cuestión.

¿Quiénes participan? Los actores de un debate pueden ser muchos y muy variados. Tenemos a las personas que entablan la discusión, el fenómeno estudiado, los instrumentos utilizados, las instituciones, los animales, incluso las rocas pueden llegar a ser actores. Todo aquello que participe de alguna manera en el debate es un actor, no importa si es humano o no. Por ejemplo, en el debate que tuvo lugar en el siglo XVIII sobre el uso de las lagartijas para curar algunas enfermedades, estos reptiles fueron un actor que no se debe pasar por alto ya que ellas eran el tema de estudio. Cada actor es diferente así como su participación. En el caso de las personas, su situación económica y social, sus objetivos y personalidad determinan de qué manera va ser su participación en el debate.

¿En dónde se desarrolla? Como un debate es un acto público, el medio en el cual se lleve a cabo tiene que ser uno que permita que el público al cual va dirigido tenga acceso. Puede ser en forma oral mediante encuentros organizados, en forma escrita mediante publicaciones de artículos, libros o folletos, o una combinación de ambos. La intensidad, forma y rapidez de las contestaciones dependen de la personalidad y el contexto de los participantes.

¿Cuál es el objetivo de un debate? El fin de un debate es resolver el conflicto que le dio origen y producir nuevo conocimiento, es decir, que los participantes lleguen a un acuerdo sobre cuál es la explicación que esclarece el fenómeno o método de estudio que está a discusión. No necesariamente tiene que ser una de las explicaciones propuestas la que los debatientes elijan como adecuada, a lo largo del debate las teorías pueden ir cambiando y evolucionando, se pueden ir agregando o quitando ideas. Se busca zanjar la disputa y generar conocimiento.

Los participantes pueden tener, además, objetivos personales o particulares. Por ejemplo, en el debate del uso de las lagartijas en la medicina, además de discutir si las lagartijas servían o no como medicamento, también se puso a discusión quiénes eran los expertos en la materia y por lo tanto quiénes podían participar en el debate, ¿Sólo los cirujanos y médicos tenían el derecho de debatir por ser ésta su área de estudio? Aunque estos propósitos personales puedan presentarse, es importante señalar que los debatientes no van a pasar a segundo plano la meta de resolver el conflicto que dio origen al debate.

¿Cómo termina un debate? Un debate puede terminar cuando los actores humanos llegan a un acuerdo sobre la explicación para el fenómeno o método de investigación en cuestión. Empero, por diferentes razones la discusión que se estaba llevando a cabo puede llegar a su fin sin que se resuelva el conflicto inicial. Por ejemplo, cuando son pocos los actores, puede suceder que alguno de los participantes por razones ajenas a la discusión se ausente de la misma. También puede suceder que el tema deje de ser su interés principal, incluso podría pasar que en ese momento no se tengan los avances o conocimientos suficientes para explicar el fenómeno. La forma en que puede terminar un debate no está definida. El hecho de que un debate no termine con todos los participantes estando de acuerdo con alguna teoría o explicación, no significa que la discusión no haya cumplido con sus objetivos.

No es conveniente pensar y ver a un debate como una discusión en la cual una persona o un grupo tuvieron la razón y hubo una explicación ganadora y otra perdedora, sino como un proceso que nos permita estudiar y comprender el estado de la ciencia en una determinada época y lugar. Además, nos proporciona un ángulo diferente de estudio con el cual se tienen nuevas formas de comprender el quehacer científico al analizar elementos que otras perspectivas no incluyen. Gracias a un debate podemos ver el mecanismo detrás del proceso de generación de conocimientos porque al existir una confrontación de ideas se revelan las partes que lo componen. Quizá, se podría ver como el funcionamiento de alguna maquinaria mientras ésta se encuentre trabajando sin problema alguno sólo podemos ver el resultado de su trabajo. Pero cuando se descompone necesitamos ver su interior para arreglarla y al hacerlo podemos entender su funcionamiento.

Ahora que se tiene una idea más clara de lo que es un debate, se puede pasar a hablar de la importancia del estudio de los debates en la historia de la ciencia. Para ello ubicaremos los elementos que conforman un debate en las discusiones que estudiaron Miruna Achim⁴ –sobre el uso de las lagartijas en la medicina– y Martín Rudwick⁵ –sobre los estratos geológicos de Devon–. Cabe mencionar que, aunque el libro más conocido sobre debates es *Leviathan and the Air-Pump: Hobbes, Boyle, and the Experimental Life* de Shapin y Schaffer, usaré como base los libros de Achim y Rudwick. La razón de esta decisión es porque el trabajo de Achim es lo más cercano al contexto en el cual se desarrolla mi debate. Usaré a Rudwick porque su trabajo es lo más cercano a la naturaleza del debate estudiado en esta tesis. Es decir, el libro de Shapin y Schaffer trata la controversia sobre un experimento; el de Rudwick, sobre una ciencia que podemos decir

⁴ Achim, M. (2008).

⁵ Rudwick, M. (1988).

es más observacional. Como el debate estudiado en este trabajo gira en torno a observaciones y no a un experimento, entonces, el trabajo de Rudwick es el más apropiado.

Los estratos geológicos de Devon

Veamos en la discusión estudiada por Rudwick las partes que la conforman. En el segundo cuarto del siglo XIX se originó una discusión sobre la secuencia e identificación de los estratos geológicos en el condado de Devon, Inglaterra. Esta discusión inició cuando no hubo un acuerdo entre los geólogos sobre cuál era la secuencia correcta y la identificación de los estratos geológicos de Devon.

Las personas que podían participar exponiendo teorías o apoyando alguna de las ya propuestas eran geólogos. Sin embargo, dentro de esta comunidad de geólogos no todos eran iguales ya que “algunos científicos son más iguales que otros”⁶. La posición social, el ser miembro de alguna sociedad –como la Geological Society of London o la Société Géologique de France– y el estatus científico o nivel de competencia que tenía cada participante podían hacer que una persona o su contribución fuera o no tomada en cuenta por los demás miembros de esa comunidad. Además, el nivel de competencia de un individuo podía subir o bajar dependiendo de la producción de trabajos que otros geólogos consideraran importantes. De esta manera se podía pasar a formar parte del grupo de geólogos más importante y cuya opinión era la más apreciada y tomada en cuenta. Estos geólogos o aquellos que participaran directamente en la disputa eran los que podían juzgar y decir cuando un problema era resuelto satisfactoriamente.

Además de estos estudiosos, los estratos geológicos de Devon fueron un actor muy importante de esta disputa, ya que es debido a estos que la discusión se pudo iniciar. Saber identificar estas capas de la Tierra y cuál era la secuencia correcta eran temas importantes para la geología de la primera mitad del siglo XIX. También, los especialistas de otras áreas fueron actores de esta disputa ya que cuando se requerían de los conocimientos de otros expertos, por ejemplo paleontólogos para identificar los fósiles y su antigüedad, los geólogos les pedían su opinión y la respetaban. Los amateurs fueron, también, otro actor importante; ellos recolectaban las muestras geológicas que después eran utilizadas por los geólogos para sus estudios. Entonces, tenemos que los actores con

⁶Rudwick, M., Op. Cit., p.419.

mayor intervención en esta controversia fueron los geólogos, su comunidad, los estratos geológicos de Devon, los amateurs y los expertos en otras ramas.

Esta disputa tuvo lugar en artículos, correspondencia y en reuniones a las cuales los geólogos asistieron. Mediante el intercambio de cartas entre aliados y rivales, artículos escritos y encuentros en congresos las teorías de los participantes fueron expuestas. Fue en estos medios que los expertos pudieron interactuar y afinar sus explicaciones. Los encuentros que tuvieron no siempre fueron en un tono amable, a veces los ánimos se elevaban ocasionando que las contestaciones o la forma de referirse a la otra persona no fuera cortés. La interacción entre los participantes a través de los documentos escritos y los encuentros orales fue lo que permitió el desarrollo de las teorías presentadas para explicar la secuencia e identificación de los estratos geológicos no solamente de Devon, sino también los de fuera de este condado de Inglaterra. A pesar de haberse iniciado en Inglaterra, fue una discusión en la cual participaron expertos de éste y otros países.

La presentación de una teoría que explicara de manera adecuada la secuencia, así como la identificación de los estratos devonianos fue la meta de los geólogos que participaron. Ellos querían dar solución al problema que comenzó la disputa, por eso buscaron la manera de que las teorías presentadas concordaran con los conocimientos que ya se tenían y que además, explicaran el problema de la identificación y secuencia de los estratos geológicos de Devon.

También existieron objetivos personales. Por ejemplo, para Roderick Murchison era importante que su trabajo fuera reconocido por geólogos de su mismo estatus social ya que de esta manera ese reconocimiento se extendería a personas de su misma situación económica y fuera del ámbito científico. Él quería ese reconocimiento porque muchas personas de su misma condición social no siempre veían con buenos ojos que la investigación científica pudiera ser una forma de trabajar para ganarse la vida. Entonces, que sus teorías fueran tomadas en cuenta por la comunidad de geólogos era una manera de mostrar que la investigación si era una forma de trabajo.

Casi seis años después de que comenzó esta disputa, la teoría que Rudwick nombró como DEV3⁷ fue aceptada por la mayoría de los participantes. Esta teoría que fue reconocida como explicación a la secuencia e identificación de los estratos geológicos de Devon, no fue una teoría que se le ocurrió a una persona y que dio solución al problema de la identificación y secuencia de los estratos. Más bien, pudo ser propuesta gracias a la

⁷ Esta teoría dice que los estratos terrestres forman una secuencia continua, que las capas terrestres que tiene fósiles de plantas son atribuidas a los yacimientos de carbón y que las capas terrestres más viejas son equivalentes a un conjunto de rocas denominadas arsénica roja vieja.

discusión que se desarrolló entre los participantes. El estudio de esta controversia sirve para entender el estado de la geología a principios del siglo XIX, quiénes y de qué manera los actores participaron, cuál fue el objetivo de la discusión, el medio en el cual se llevó a cabo esta disputa y cuáles fueron los recursos que usaron no sólo para debatir, sino también para generar nuevos conocimientos, es decir, cómo fue el proceso de formación de estos nuevos saberes.

Lagartijas Medicinales

Ahora veamos el debate estudiado por Achim. En el último cuarto del siglo XVIII, en la Nueva España, tuvo lugar un debate sobre el uso de lagartijas en la medicina. Esta disputa se inició cuando el uso de la carne de lagartija como tratamiento tradicional para curar enfermedades como la lepra y el cáncer fue cuestionado por los estudiosos de la época. Algunos médicos, cirujanos y estudiosos estaban convencidos de que la carne de este reptil podía ser utilizado para la cura de esos males, mientras que otros no veían a las lagartijas como un tratamiento viable y que en verdad pudiera ayudar a las personas con esas dolencias.

En cuanto a actores humanos se refiere los participantes que discutieron sobre el uso de la carne de lagartijas como medicina fueron dos cirujanos españoles –Manuel Antonio Moreno y Alejo Ramón Sánchez– y un criollo –Antonio León y Gama-. En el siglo XVIII ser criollo era diferente de ser español. A pesar de que los criollos eran hijos de españoles, por haber nacido en la Nueva España su estatus social era inferior al de los nacidos en España, por lo mismo las aportaciones científicas que los novohispanos hacían muchas veces eran desestimadas por los estudiosos de la metrópoli y de Europa. También participaron los indígenas de quienes se obtuvo el tratamiento de la carne de lagartijas para curar enfermedades. Los pacientes tratados con este remedio y que fungieron como parte de las investigaciones que los médicos realizaban en torno a esta forma de cura tradicional fueron otro de los actores humanos.

Otro actor importante de este debate fueron las lagartijas. Ellas fueron el tema en torno al cual giró el debate, se utilizaron para realizar experimentos y poder determinar la efectividad como tratamiento médico. Fueron el objeto de estudio de médicos, cirujanos y demás estudiosos de la época que buscaron probar que estos reptiles podían ser, o no ser un medicamento alternativo al uso del mercurio para tratar el cáncer y la lepra. Los cirujanos españoles, el criollo, los pacientes, los indígenas y las lagartijas fueron actores del debate que Achim estudió.

El medio en el cual los tres debatientes discutieron acerca del tratamiento médico fueron folletos y cartas que se publicaron. En estos trabajos los actores defendían sus ideas y refutaban las contrarias. Además, permitió que los participantes interactuaran para determinar si la carne de lagartijas servía o no. La prensa jugó un papel muy importante en la Nueva España del siglo XVIII, ya que no solamente era el medio por el cual los debates se llevaban a cabo, sino que, también sirvió como medio para difundir diversas noticias de índole científico. Es importante mencionar que el primer estudio realizado sobre la carne de las lagartijas fue el *Específico nuevamente descubierto en el Reyno de Guatemala, para la curación radical del horrible mal de cancro y otros más frecuentes* de José Felipe Flores, un médico guatemalteco. Este folleto provocó que otros estudiosos, como Gama, sacaran a la luz trabajos relacionados con este remedio. Además, este trabajo salió del continente y llegó a diferentes países de Europa, donde se realizaron distintas ediciones y traducciones para su divulgación. Esto nos habla del alcance que, gracias a la prensa, obtuvo este folleto, ya que despertó el interés de estudiosos de la Nueva España y Europa.

Saber si la carne de las lagartijas podía ser empleada como medicamento para tratar enfermedades como el cáncer y la lepra fue el fin de este debate. Los cirujanos españoles y el estudioso criollo tenían como propósito definir si este remedio tradicional era viable para que las personas pudieran utilizarlo y curarse de este tipo de males.

También existieron objetivos personales. Por ejemplo, para los cirujanos españoles Gama no tenía tanto derecho como ellos a expresar sus ideas acerca del uso de las lagartijas pues no era médico o cirujano y por lo tanto no contaba con los conocimientos suficientes como para dar su opinión al respecto. Al no ser Gama un experto en cuestiones de medicina, su participación fue puesta en duda por parte de sus rivales quienes sí se consideraban expertos en la materia. Por lo que también entró a discusión quién podía participar en la disputa.

A diferencia de la discusión que Rudwick estudió, este debate terminó abruptamente y sin que se haya llegado a un acuerdo sobre si la carne de lagartijas cura o no enfermedades cuando, en 1783, Gama publicó una carta como contestación a un escrito de los cirujanos españoles. Hasta donde se sabe la carta de Gama fue el último trabajo en el cual se discutió, en la Nueva España, el tema de las lagartijas y su uso en la medicina. Esta disputa permite comprender el estado de la medicina en la segunda mitad del siglo XVIII; así como entender “no solamente cómo se practicaba la ciencia en México,

sino también cómo intereses locales culturales, sociales, institucionales y políticos moldearon y controlaron la producción y distribución del conocimiento científico”⁸.

Ahora tenemos una idea más clara de lo que es un debate y cuáles son las partes que lo componen. Sabemos que es una disputa que comienza por un disenso de opiniones respecto a un fenómeno o método de estudio y que va más allá de una discusión en la cual hay un ganador y un perdedor. Los elementos de la discusión que permiten ver al debate como un proceso mediante el cual se intenta resolver el conflicto inicial y generar nuevos conocimientos son muy variados. La gama de actores (personas, rocas, lagartijas, comunidades, etc.), temas (medicina, geología, astronomía, etc.) objetivos (resolver el conflicto inicial, decidir quiénes son los expertos, qué metodología usar, etc.), medios en el que se desarrolla el debate (prensa, conferencias, correspondencia, etc.) y las formas de comenzar y terminar la disputa (llegar a un acuerdo, no llegar al consenso) son muchos y diversos. Esta pluralidad de elementos es lo que hace único a cada debate y nos ofrece la oportunidad de analizar diferentes aspectos del proceso de generación de conocimientos. Por esta razón la importancia de los debates en la historia de la ciencia radica en que sirven para entender, a través del estudio de los elementos de éste, el estado de la ciencia en un lugar y época, el proceso de formación de conocimientos sobre un fenómeno o método de investigación y las condiciones y factores que permiten el desarrollo de la discusión. Esto porque no se ve sólo el producto final, sino también los pasos intermedios que existen.

Estudios sobre la Aurora Boreal de 1789

En esta tesis estudio el debate que ocurrió en torno a la aparición de una aurora boreal en la Ciudad de México en 1789. Debido a que no es el primer trabajo que trata esta disputa, mencionaré los estudios que han abordado la discusión acerca del origen y formación de la aurora boreal de 1789 para poder ubicar la presente tesis.

Los autores Vázquez, Vaquero y Curto⁹ abordan al debate desde una perspectiva más física, en específico de la física solar. Con el fin de ver la relación entre la actividad solar y la aparición de auroras boreales en bajas latitudes, introducen la aurora boreal del 14 de noviembre de 1789 y la discusión que se originó en torno a ella. Utilizan la aparición de estas luces y el debate que tuvo lugar como prueba de que cuando la actividad solar es muy alta las auroras pueden aparecer en lugares de baja latitud, como la Ciudad de

⁸ Achim, M., Op. Cit., p.17.

⁹ Vázquez M., J. Vaquero y J. Curto (2006).

México. Su trabajo está más centrado en cómo se relaciona la actividad solar con la aparición de auroras.

El trabajo de Moreno y López¹⁰ aborda al debate desde un punto de vista más químico. Con el fin de ver la situación de la química y la obtención del hidrógeno mediante procesos químicos en el México del siglo XVIII los autores introducen el debate de la aurora boreal. Prestan especial atención a la participación del criollo José Francisco Dimas Rangel. Esto debido a que en su folleto *Discurso físico sobre la formación de las Auroras Boreales* este personaje propone una teoría en la que menciona la presencia de hidrógeno en la atmósfera; así como la obtención de este elemento mediante procesos químicos. Por esta razón el artículo de Moreno y López se centra en el *Discurso físico...* de Rangel y en la obtención de hidrógeno por medio de procedimientos químicos.

Por su parte, Téllez y Espinosa¹¹ en su artículo estudian al debate desde el punto de vista de historia y sociedad. Proponen mostrar la influencia de Newton y sus trabajos en la ciencia del México del siglo XVIII. Para ello se centran en el relojero Francisco Dimas Rangel y en su folleto *Discurso físico...* Mediante el análisis que hacen del trabajo de este criollo y su vida, los autores muestran la influencia que tuvieron los estudios de Newton en la producción de este relojero.

Finalmente, el trabajo de Galindo y Galindo¹² estudia al debate desde el ángulo de la física experimental. Los autores ponen especial atención al dispositivo y al procedimiento experimental que Dimas Rangel propuso para crear una aurora boreal; así como a la teoría sugerida por este criollo y la relación que tanto el experimento como la teoría tienen con la electricidad.

Estos son los trabajos que se han realizado en torno a esta disputa. Cada uno desde una perspectiva diferente a la abordada en esta tesis, lo que permite que este estudio aporte nuevos aspectos a la historia de la ciencia en México en el último cuarto del siglo XVIII. El presente trabajo estudia la discusión que se presentó a raíz de la aparición de una aurora boreal en 1789, en la Ciudad de México, desde la perspectiva de los debates en la historia de la ciencia.

¹⁰ Moreno, M. y M. López (2008).

¹¹ Téllez H. y J. Espinosa (2009).

¹² Galindo S. y D. Galindo (2010).

Capítulo II

Los personajes y su contexto

Saber quiénes fueron y cuál fue el contexto en el que se desarrollaron los participantes del debate acerca del origen y formación de las auroras boreales permite que se tenga un panorama más claro del medio en el cual se llevó a cabo esta disputa. Por ello se abordara el tema de la Nueva España en la segunda mitad del siglo XVIII; así como a los tres criollos que discutieron sobre las auroras boreales. Esto permitirá ubicar y entender mejor la disputa que se dio sobre estas luces.

Situación económica, política, social y cultural de la Nueva España

La Nueva España fue una colonia que estuvo bajo el dominio español y que durante el siglo XVIII estuvo sujeta a cambios políticos, económicos y administrativos derivados del cambio dinástico en España, de la casa de Habsburgo a la de Borbón. Los Habsburgo fueron hasta principios del siglo XVIII la familia que gobernó España. Al morir el rey Carlos II sin dejar descendencia, pero nombrando como su sucesor a Felipe V, se originó un conflicto por la sucesión al trono español, que se resolvió cuando finalizó la Guerra de Sucesión y Felipe V de Borbón fue aceptado como rey de España.

El nuevo régimen no vio con buenos ojos el manejo que los Habsburgo tuvieron para con la Nueva España. Grupos como la iglesia y los comerciantes habían ganado poder y desplazado la autoridad de la corona. Los criollos ocupaban puestos en instituciones que formaban parte del gobierno de la Nueva España y la mayoría de los ingresos que se generaban en la colonia no llegaban a la metrópoli. Por estas razones y debido a que España se encontraba pasando por una difícil situación económica producto de la Guerra de Sucesión y de la Guerra de los Siete Años, la nueva casa gobernante decidió que era necesario aplicar reformas que cambiaran la situación de su colonia.

En la primera mitad del siglo XVIII el cambio político, económico y administrativo que ocurrió en la Nueva España no fue drástico. Sin embargo, durante la segunda mitad de este siglo, el sucesor de Felipe V, el rey Carlos III inició la aplicación en la Nueva España de las llamadas reformas borbónicas. De esta manera, comenzaron a emplearse en la Nueva España una serie de reformas que tuvieron dos objetivos. El primero era que las

riquezas generadas en la colonia se fueran casi en su totalidad a la metrópoli porque lo que había estado ocurriendo era lo contrario, las ganancias generadas se quedaban de este lado del mar. El segundo era recuperar el control sobre su colonia, ya que si bien la Nueva España nunca dejó de ser un territorio perteneciente a España, muchas de las funciones del gobierno estaban en manos de novohispanos y no de funcionarios enviados por la corona.

Fueron varias las acciones que se emprendieron como parte de las reformas de la primera mitad del siglo XVIII y de las llamadas reformas borbónicas. La reducción del poder del clero, la supresión de los alcaldes mayores, el retiro de la concesión de la administración de las alcabalas¹³ de la Ciudad de México al Consulado de Comerciantes, la reorganización del aparato administrativo que gobernaba la colonia, la creación y el aumento de impuestos, la incorporación a la corona de los cargos más importantes de las instituciones que se encargaban de administrar la Nueva España, la creación de estancos o monopolios manejados por la corona y la creación del ejército fueron algunas de las acciones que la corona implementó con el fin de tener un mejor control sobre la colonia y aumentar las riquezas de España.

Este proyecto no fue bien recibido por los novohispanos porque afectaba los intereses de funcionarios de la Real Audiencia, tesoreros, oficiales reales, alcaldes mayores, incluso del mismo virrey; ya que, además, de restarles poder, los cargos que antes ocupaban los criollos empezaron a ser ocupados por españoles. Además, acentuó la distinción entre españoles y criollos. Antes de la aplicación de las reformas los criollos –principalmente los que tenían un estatus social parecido al de los españoles acomodados– podían llegar a ocupar cargos administrativos de alto rango. Después de la reorganización administrativa en la cual los cargos comenzaron a ser ocupados por españoles, la posición de estos criollos se vio vulnerada y esa oportunidad que se les presentaba dejó de existir, lo cual trajo molestia y disconformidad ante las medidas implementadas.

Hasta ahora se ha hablado un poco de la situación económica, política, administrativa y social de la Nueva España en el siglo XVIII. Este siglo estuvo plagado de cambios y ajustes, los cuales no fueron todos bien recibidos por los novohispanos. Debido a que estas adecuaciones estaban destinadas a mejorar la calidad de vida de la metrópoli y no de su colonia, causó molestia en muchos de los habitantes de la Nueva España. Ahora se mencionará el ámbito cultural y científico.

¹³ Una acabala era un impuesto que se cobraba por el tránsito en la Nueva España de una mercancía.

En el siglo XVIII, la Nueva España ya contaba con la Real y Pontificia Universidad de México como un centro de educación superior en la cual se formaban los estudiosos de la época. En aquella entidad existían diversas cátedras que permitían estudiar teología, artes, matemáticas, medicina, jurisprudencia, gramática, etc., y se podían obtener los grados de bachiller, licenciado y doctor.

La Universidad fue una institución en la cual los novohispanos podían aleccionarse. Además, el alcanzar el grado de licenciado o doctor confería, a quien lo lograba, de reconocimiento ante la sociedad. Permitía a criollos de clases bajas y en algunas ocasiones a mestizos e indios, subir un escalón en la pirámide social. Por eso las personas que recibían este grado lo hacían en la catedral y en el caso de los doctores se hacía una ceremonia especial. Manrique describe este acto como una ceremonia parecida a cuando se arma a un caballero: “ósculo de paz (signo de hermandad), imposición de anillo (matrimonio con la sabiduría), entrega de libro (escudo simbólico), ceñir de espada y de espuelas (como caballero de milicia espiritual) y en fin colocación del birrete”¹⁴.

Las órdenes religiosas (franciscanos, agustinos, jesuitas, filipenses y mercedarios) fueron, también centros en los cuales aquellos que se ordenaban podían dedicarse a estudiar. Jáuregui comenta que la labor educativa de los jesuitas se basaba en un método que convertía al educando en un pensador disciplinado¹⁵. De este grupo las personas aprendían no sólo a leer y escribir, también aprendían gramática latina y estudios superiores de filosofía y ciencias. Sin embargo, veían con temor las nuevas ideas que pudieran poner en duda sus creencias y dogmas. Por ejemplo, Francisco Javier Clavijero rechazaba el sistema heliocéntrico por oponerse a los datos bíblicos, ser su enseñanza prohibida por los jesuitas, ser considerado un sistema herético por Roma y por no concordar los datos con los fenómenos observados¹⁶.

Posteriormente, en los años ochenta se fundó la Real Academia de Bellas Artes de San Carlos y el Jardín Botánico, y en los noventa se fundó el Colegio de Minería. En la Real Academia se daban cursos gratuitos. Además, en las noches se reunían en los salones jóvenes que “dibujan al yeso o al natural, mientras otros copian diseños de muebles, candelabros ú otros adornos de bronce. En esta reunión... se hallan confundidas las clases, los colores y razas; allí se ve el indio ó mestizo al lado del blanco, el hijo del pobre artesano entrando en concurrencia con los de los principales señores del país”¹⁷.

¹⁴ Manrique, J. (2000). p.455.

¹⁵ Jáuregi, L. (2004). p. 122.

¹⁶ Trábulse, E. (1984). p.97.

¹⁷ Humboldt, A. (1822). p.229-230.

El Jardín Botánico, que se encontraba en el Palacio del virrey, poseía un herbario y una colección de minerales, además, se daban cursos. Por su parte, el Colegio de Minería fue la primera escuela especializada en la cual se impartieron cursos de metalurgia, mineralogía, química, matemáticas, francés, etc. Además, tenía un laboratorio químico, una colección geológica, y un gabinete de física en el cual “se hallan preciosos instrumentos...también modelos egecutados en la misma capital con la mayor exactitud”¹⁸.

El explorador Humboldt, en su *Ensayo político sobre el reino de la Nueva España*, hace un comentario sobre estos centros de estudio de la colonia española y menciona que “Ninguna ciudad del nuevo continente, sin exceptuar las de los Estados Unidos, presenta establecimientos científicos tan grandes y sólidos como la capital de Méjico. Citaré sólo la escuela de minas... y la academia de pintura y escultura conocida con el nombre de la *Academia de las nobles artes*”¹⁹.

No solamente en estas instituciones, los novohispanos podían adquirir conocimientos. Los libros prohibidos y permitidos que llegaron a la Nueva España a través de los viajeros, que desembarcaban en este reino, fue otra fuente de saber. Obras como las de Locke, Duhamel, Diderot, Bayle, D’Alembert, Linneo, Nollet, Huygens, Franklin, Newton, entre otros, circularon por la Ciudad de México y el resto de la colonia. De igual manera muchos de estos libros se podían encontrar en bibliotecas privadas, como la de Benito Díaz Gamarra quien tenía en su poder numerosas obras.

Los periódicos, también forman parte de las fuentes escritas mediante las cuales los novohispanos se podían informar. *El Diario Literario de México* (1768), *Asuntos varios sobre ciencias y artes* (1772-1773), *Mercurio Volante* (1772-1773), *La Gazeta de México* (1784-1810), *Observaciones sobre la física, historia natural y artes útiles* (1787-1788) y *La Gaceta de Literatura de México* (1788-1795) fueron publicaciones mediante las cuales se informaban de los aconteceres de la vida diaria –como el caso de la *Gazeta de México*–. Además, se difundían conocimientos de índole científica. En varios de estos periódicos los trabajos de estudiosos europeos eran traducidos al español para que los novohispanos pudieran tener acceso a ellos. También eran un medio por el cual los estudiosos de la Nueva España exponían ante el escrutinio público sus trabajos. Además, los periódicos junto con los folletos pasaron a ser el símil de los cafés y salones europeos. De esta manera, se llevaron a cabo numerosos debates sobre diversos temas.

¹⁸ Humboldt, A., Op. Cit., p.232.

¹⁹ Ibíd. p. 227.

En el siglo XVIII, la Nueva España contó con personas importantes como: Benito Díaz Gamarra, Joaquín Velázquez de León, Antonio León y Gama, Antonio Alzate y Ramírez, Diego de Guadalajara, José Francisco Dimas Rangel, José Ignacio Bartolache, Mariano de Zúñiga y Ontiveros, entre otros. Todos ellos contribuyeron de distintas maneras al desarrollo de la ciencia en México. Mediante la producción de periódicos, debates y trabajos astronómicos, matemáticos y de diversas ramas de la ciencia estos novohispanos se dieron a la tarea no sólo de fomentar y difundir conocimientos, sino también de generar saberes.

A pesar de que se contaba con numerosos estudiosos cuyos trabajos llegaron a ser elogiados por europeos como Lalande, la concepción general que se tenía de la Nueva España no era muy favorable. Europeos y españoles minimizaban el trabajo de los estudiosos novohispanos y se mostraban sorprendidos cuando veían sus escritos. Creían que en la colonia las personas no eran lo suficientemente civilizadas. Debido a esto los saberes generados –sobre todo los basados en conocimientos indígenas, como en el caso de la medicina– eran menospreciados. Velázquez de León hace un comentario sobre la actitud europea, menciona en sus *Observaciones para determinar la longitud del valle de México* que “es mucho el encogimiento, temor y dificultad que regularmente tienen los españoles mexicanos para producir sus ideas, y mucho mayor la preocupación de los europeos acerca de nuestra barbarie. ¿Cómo habían de solicitar noticias de unos hombres que todavía se imaginasen con el arco y el plumaje, como nos pintan en los mapas?”²⁰.

El apoyo que España ofreció para impulsar la ciencia en su colonia no solamente fue mediante la creación de instituciones como el Colegio de Minería y la Real Academia de Bellas Artes. También envió un grupo de españoles –que fueron grandes estudiosos– para establecer la ciencia y la enseñanza en las instituciones²¹. Algunos de estos españoles enviados fueron Fausto Elhuyar (que se convirtió en el director del Colegio de Minería), Andrés Manuel del Río, Antonio Bataller, Martín de Sessé (director de una expedición botánica), Vicente Cervantes (director del Jardín Botánico), Jaime Senseve y José Martínez. Además, apoyó varias expediciones botánicas y astronómicas como las del abate Chappe d'Autroche, Malaspina, Sessé, Alcalá Galiano, entre otras.

Es en este contexto que los tres criollos que participaron en el debate sobre el origen y formación de las auroras boreales (1789-1791) vivieron. Ahora nos adentraremos en la vida de estos novohispanos, que son uno de los elementos que conforman un debate. Esto con el fin de ubicarlos en el México dieciochesco.

²⁰ Velázquez de León, J. citado por Trubulse, E., Op. Cit., p. 105.

²¹ Moreno, R. (1994). p.24.

José Antonio Alzate y Ramírez de Santillana

José Antonio Alzate y Ramírez de Santillana fue uno de los ilustrados novohispanos del siglo XVIII que dedicó parte de su vida al estudio y difusión de saberes en la Nueva España. La prensa fue el medio por el cual Alzate realizó esta tarea, y es también, una forma mediante la cual es posible darnos una idea de quién fue este personaje: su formación académica, su posición social, su carácter y su nivel económico. Con este breve repaso de su vida se ubica a este personaje en el México del siglo XVIII.

El 20 de noviembre de 1737, en el pueblo de Ozumba “nació este benemérito Americano”²². Se sabe que sus padres fueron Juan Felipe de Alzate Garro y María Josefa Ramírez de Santillana. Fue sobrino nieto de Juana Inés de Asbaje y Ramírez de Santillana mejor conocida como Sor Juana Inés de la Cruz. Esto, seguramente reforzó su estatus social –y el de su familia–, al ser descendiente de esta aclamada mujer.

Al ser su padre un español con una posición acomodada y su abuelo materno, Cristóbal Ramírez de Santillana, dueño de una hacienda en el pueblo de Ozumba, Alzate tuvo una vida holgada. Vida en la cual la educación no faltó, ya que desde chico mostró tener un interés por el conocimiento, pues “Las ciencias naturales, las matemáticas, de que adquirió luces nada comunes y profundos conocimientos, fueron desde su infancia los objetos favoritos de sus entretenimientos”²³.

Tuvo, también una formación privada en casa hasta que entró a la Real y Pontificia Universidad de México en la cual a los 16 años obtuvo el grado de bachiller en artes y a los 19 años recibió el grado de bachiller en teología. En 1758 Juan Felipe de Alzate invirtió parte de sus bienes, con lo cual estableció una capellanía para que el joven Alzate se ordenara. De esta manera, Antonio Alzate llegó a ser sacerdote domiciliario²⁴ en el Arzobispado de México. De 1758 a 1766 lo más probable es que Alzate se dedicó al estudio y a la obtención del sacerdocio domiciliario, pues en los documentos revisados no hay mención de algún acontecimiento de su vida que sobresaliera.

En 1767 Alzate presentó al Ayuntamiento de la Ciudad de México un trabajo titulado “Proyecto para desaguar la laguna de Texcoco y por consiguiente las de Chalco y San Cristóbal”²⁵ y es a partir de esta fecha y hasta 1798 que la publicación de sus

²² Valdés M. (1799). p. 219.

²³ *Ibid.*, p. 219.

²⁴ A diferencia de un sacerdote, un sacerdote domiciliario no administraba los sacramentos (el bautismo, la eucaristía, el matrimonio, la unción de enfermos y la penitencia).

²⁵ Moreno, R. (1980).p. xxxvii.

trabajos²⁶ fue más o menos constante. En 1768 Alzate editó *El Diario Literario de México* (1768), uno de los cuatro periódicos que produjo este criollo. Los otros tres fueron *Asuntos varios sobre ciencias y artes* (1772-1773); *Observaciones sobre la física, historia natural y artes útiles* (1787-1788) y *Gaceta de Literatura de México* (1788-1795).

Estos cuatro periódicos comparten el mismo objetivo: difundir conocimientos –locales y extranjeros– que sean útiles para el lector y que, además, vean por el bien común. En Europa existían periódicos en los cuales Alzate veía reflejado el cumplimiento de sus objetivos como el *Diario de Jurisprudencia*, *Gacetas varias de sanidad, de salud y de medicina* o el *Observations sur la Phisique, sur l'Histoire Naturelle et sur les Arts*, por ejemplo. Pero estos eran periódicos de Europa y para Europa. Viendo lo útil que resultaron estos periódicos en el otro lado del mar, Alzate comenzó a replicar esta idea de ocupar los periódicos. De esta manera puso en circulación el primer periódico en la Nueva España: *El Diario Literario*.

Tanto los dos primeros como el último periódico que produjo Alzate fueron prohibidos por orden del gobierno, y Alzate tuvo que suspender su producción. *El Diario Literario* fue prohibido por el virrey marqués de Croix por contener “proposiciones ofensivas y poco decorosas a la ley y a la nación”²⁷. Pero la causa real pudo haber sido un comentario que se publicó, en este *Diario*, de un criollo anónimo, sobre el teatro o sobre los franceses que ofendió al virrey.

El segundo, *Asuntos varios sobre ciencias y artes*, fue prohibido por “semejantes acontecimientos que los otros”²⁸; haciendo referencia a los motivos que causó la prohibición de *El Diario Literario*. La *Gaceta de Literatura* fue suspendida por orden superior²⁹. Por lo que tal vez algún comentario dicho en ese periódico causó la molestia de la autoridad en turno y mandó a suspender dicha publicación.

Fue el mismo Alzate quien decidió parar la producción del tercer periódico para cambiar de la imprenta que dirigía José Francisco Dimas Rangel a la imprenta de José Felipe Zúñiga de Ontiveros. El cambio lo decidió por dos razones. La primera por ser –para Alzate– el trabajo de la segunda, de mejor calidad que la primera. Y la segunda por haber recibido una herencia que, aunado a su trabajo de traductor de letras apostólicas, le permitió costear la impresión en la de Zúñiga de Ontiveros.

²⁶ Los escritos que realizó no sólo son de su autoría sino que también realizó traducciones de diversos estudiosos extranjeros.

²⁷ De Croix, M. citado por Moreno R., Op. Cit., p. xii.

²⁸ Valdés M., Op. Cit., p. 220.

²⁹ Moreno R., Op. Cit., p. xiii.

Los temas que abordó en los trabajos que aparecieron en sus periódicos, folletos y en colaboraciones que tuvo en la *Gazeta de México* son diversos. Trató cuestiones de agricultura, astronomía, distribución del agua de la Ciudad de México, planos de provincias, minería, las sagradas escrituras, terremotos, medicina, saberes de los indígenas, geografía de la Nueva España, entre otros. Como podemos ver este presbítero no se enfocó en un solo tema de estudio. Al contrario abarcó tantos contenidos como pudo, pues buscaba la difusión de conocimientos entre las personas de la Nueva España. En la Gaceta del 12 de julio de 1790 expone que su “gran constancia en sostener la publicación de la Gaceta de literatura, ayudada de mi genial desinterés, y de mi amor al público, que me obliga irresistiblemente a tomar la pluma, siempre que considero poder contribuir con mis cortas luces a la instrucción común...”³⁰.

Vemos que Alzate buscó la difusión de conocimientos entre su público para que éste tuviera una mayor instrucción. Además, prestó especial atención en difundir saberes locales, es decir, buscó la difusión de conocimientos generados por sus connacionales. Él mismo plantea en el prólogo de su primer número de la *Gaceta de Literatura* lo siguiente: “¿La vida y los hechos de los hombres que han ilustrado à nuestra Nación Hispano Americana, deberán permanecer en silencio? De ninguna manera, se hablará con ingenuidad no ocultando lo útil de sus producciones...”³¹.

Como se mencionó en el párrafo anterior, uno de los objetivos de Alzate fue la difusión de conocimientos entre las personas del pueblo novohispano, ya que siguiendo el espíritu de la Ilustración, Alzate consideraba que la forma de salir de la dependencia que la Nueva España tenía para con su capital, era a través del conocimiento. De hecho, no sólo era la adquisición, sino la forma en la cual se adquieren estos saberes. Por ello la observación, la experimentación y la crítica eran tareas que Alzate opinaba se debían de practicar.

Al ser Alzate un crítico, revisó y expresó sus comentarios de los trabajos de otros estudiosos de la época, esto lo llevó a entablar debates con varios de ellos como: Joaquín Velázquez de León (sobre las reformas al uso de malacates, que eran máquinas que se utilizaban en las minas para extraer minerales y agua), Miguel Constanzo (el empedrado de las calles de la Ciudad de México), Antonio León y Gama (el origen de las auroras boreales), Esteban Morel (la influencia del Sol en los animales y plantas), Vicente Cervantes (el sistema³² botánico de Linneo), entre otros.

³⁰ Alzate A. (1831). Tomo II. p. 221.

³¹ Alzate A. (1831). Tomo I. p. 2.

³² Sistema era el término que se usaba para explicar una teoría.

El modo que empleaba Alzate en los escritos con los cuales contestaba o incitaba a que se siguiera debatiendo muchas veces no fue del agrado de sus adversarios. Velázquez de León mencionó que Alzate “...tiene...la sangre muy caliente”³³; Valdés, que lo “picante y aun inmoderado de su crítica le concitó muchos émulos y engrosó el bando de sus rivales”³⁴.

El medio por el cual Alzate realizó la tarea de difundir el conocimiento así como contestar y rebatir a los estudiosos con los cuales debatió fue la prensa. A través de sus cuatro periódicos este criollo ilustrado se dio a la tarea de dar a conocer noticias varias y fomentar la crítica, el debate y la utilidad. Además, como se consideraba miembro de la llamada república de las letras procuraba la utilidad, es decir, la aplicación del conocimiento, y el generar un bien público ya que de esta manera servía a la humanidad y trabajaba por el bien³⁵.

Justamente una de las cosas que Antonio Alzate procuraba en sus trabajos era la utilidad, como él mismo expone en el prólogo de la *Gaceta de Literatura* “Objetos de tanto interés debe ocupar mi primera atención, cual es el ser útil a la patria”³⁶. En algunos de los temas de los debates que sostuvo se puede apreciar esta intención de ver por el bien común (el empedrado de las calles o el uso de malacates), en otros se distingue, además, un sentimiento nacionalista (el sistema de Linneo). Conviene hacer un paréntesis para hablar brevemente sobre el debate del sistema de Linneo para tratar de entender por qué este sentimiento nacionalista que se mencionó.

Entre 1788 y 1789 Alzate y Vicente Cervantes debatieron sobre la nomenclatura propuesta por Linneo. El segundo defendió la nomenclatura botánica de Linneo. Mientras que el primero defendió el uso de los nombres que los nativos de la Nueva España le asignaron a la flora de su localidad. Alzate exponía que los nombres dados por los indígenas daban información que era útil y que se perdía con la nomenclatura de Linneo, por ejemplo, el lugar donde crecía la planta y si ésta era venenosa o curaba³⁷.

Por un lado, en el debate está a discusión cuál sistema es más conveniente para los botánicos. Por el otro lado, está presente la defensa de los conocimientos manejados en la Nueva España, conocimientos que tienen su base en los saberes de los indígenas. De esta

³³ Velázquez de León, J. citado en Saladino, A. (2001). p. 24.

³⁴ Valdés M., Op. Cit., p. 222.

³⁵ Hankins, T. (1988). pp. 8-9.

³⁶ Alzate, A. (1831). Tomo I p. 2.

³⁷ Aceves, P. (1987). pp. 357-385.

manera en este debate se defendió el conocimiento local frente al conocimiento extranjero.

Aproximadamente un año y diez meses después de iniciada la publicación de la *Gaceta de Literatura*, este miembro de la Sociedad Económica Vascongada de los Amigos del País y del Jardín Botánico de Madrid reportó –en su *Gaceta de Literatura*– la aparición de una aurora boreal en la Ciudad de México. A esta nota le siguieron otras de sus connacionales: Antonio León y Gama y José Francisco Dimas Rangel con quienes sostuvo un debate sobre el origen de las auroras boreales. El debate que nos ocupa (origen de las auroras boreales) es, quizá, un caso en el que se buscaba más que el bien común, el entendimiento de un fenómeno natural a través de la razón para así poder entender a la naturaleza y las leyes que la rigen.

Alzate fue uno de los ilustrados novohispanos que buscó la difusión de conocimientos extranjeros y locales, prestando especial atención a los conocimientos locales. Fomentó la crítica y procuró la utilidad en sus trabajos. Gracias a la vida holgada que tuvo, le fue posible costear la publicación de sus periódicos, medio por el cual realizó la tarea que se había propuesto. Humboldt, quien conoció a Alzate, hace un comentario sobre este criollo que nos ayuda a ubicar un poco más a este personaje: “Tres sujetos distinguidos, Velázquez, Gama, y Alzate, ilustraron su patria á fines del último siglo...Alzate, el menos sabio de ellos,...observador poco exacto y de una actividad a veces impetuosa, se dedicaba a demasiados objetos a un mismo tiempo... no puede negársele el muy verdadero de haber excitado a sus compatriotas al estudio de las ciencias físicas. La *Gaceta de literatura*... contribuyó muy particularmente a dar fomento e impulso a la juventud mexicana”³⁸.

Antonio León y Gama

El criollo Antonio León y Gama fue otro de los hombres ilustrados que vivió en la Nueva España en el siglo XVIII. A pesar de que tuvo dificultades económicas a lo largo de su vida, encontró el tiempo para instruirse y realizar trabajos sobre distintos temas y aunque sus estudios merecieron el halago de otros estudiosos de la época, no tuvo el suficiente reconocimiento mientras vivió. El siguiente repaso de la vida de este ilustrado tiene como objetivo ubicarlo en el México del siglo XVIII.

³⁸ Humboldt A., Op. Cit., p.234.

La vida de este novohispano comenzó en la Ciudad de México en 1735. Debido a que su madre murió al darle a luz, su padre –quien fue un notable jurisconsulto- se encargó de su crianza. Cuando León y Gama dejó atrás la infancia su padre se apresuró a darle “las instrucciones literarias convenientes”³⁹. Más tarde estudió gramática, jurisprudencia y filosofía, y lo más probable es que haya estudiado en la Real y Pontificia Universidad entre 1753 y 1755 ya que Alzate mencionó que él y León y Gama fueron condiscípulos⁴⁰.

En lo que respecta a la instrucción de las matemáticas y las matemáticas mixtas, este criollo tuvo que estudiarlas por su cuenta pues “Tuvo que vencer al principio las grandes dificultades de comprender sin la viva voz del maestro la árida geometría, con los libros solos; más venció al fin de tal modo, que siguió después manejando con franqueza los primeros maestros Newton, Wolfio, Gravesand, Lalande, La Caille, Muskembroek, Bernoulli, y otros de igual rango, tanto matemáticos puros, como físicos-matemáticos”⁴¹. Realizó dichos estudios de manera gustosa ya que “amaba sinceramente la exactitud en las ciencias; y creyó con razón poder extenderse por los espaciosos dominios de la verdad, mientras no soltara de la mano el venturoso hilo de los principios matemáticos”⁴².

Entre 1756 y 1758 León y Gama empezó a laborar como oficial mayor en el Oficio de Cámara de Palacio de la Real Audiencia, empleo que realizó con ahínco ya que “atendió siempre con la brevedad posible al desempeño de las obligaciones de su oficio”⁴³. Tal vez una de las razones por las que León y Gama trabajó de manera tan asidua fue porque este empleo le permitió tener acceso a información y estar actualizado. Debido a que “el gran manejo de estos archivos enriqueció el tesoro de sus luces y lo hizo fiel órgano de preciosas noticias de antigüedades”⁴⁴. Otra de las razones por las cuales León y Gama realizó su trabajo con empeño, fue que debía mantener a su familia. Y el perder el empleo seguramente no estaba entre sus planes si es que quería proveer a su familia de lo necesario para vivir.

Antonio León y Gama se relacionó con personas importantes como el virrey Manuel Antonio Flores, “A este señor Exmo. debió nuestro sabio muy distinguidas confianzas: con el conferenciaba las dudas que sobre la materia le ocurrían en sus domésticos estudios”⁴⁵. Además, lo mandaba llamar para observar el cielo en su

³⁹ Márquez, P. (1832). p. v.

⁴⁰ Moreno R. (1986). p. 75.

⁴¹ Márquez, P., Op. Cit., p. v.

⁴² Valdés M. (1802).p. 159.

⁴³ *Ibíd.*, p. 164.

⁴⁴ *Ibíd.*, p.164.

⁴⁵ *Ibíd.*, p. 161.

compañía. Igualmente se relacionó con el conde de Revillagigedo –quien también fue virrey de la Nueva España– el cual lo asoció con el capitán Alejandro Malaspina, enviado por el reino español, para que le ayudara en sus observaciones astronómicas. Malaspina quedó muy contento con las tareas realizadas por León y Gama y “lo elogiaba y aplaudía con tan enérgicas expresiones, que no podía menos que sonrojar su modestia”⁴⁶, además, dejó de manera temporal a León y Gama algunos de sus instrumentos como el péndulo de Helicot y el cuarto de círculo de Adams. Esto refleja la confianza que el capitán Malaspina le tenía a este criollo.

Del francés Joseph Jérôme Le Francoise de Lalande, León y Gama, también recibió elogios por los datos que obtuvo del eclipse del 6 de noviembre de 1771. En 1773 Lalande le respondió a León y Gama la carta que este le envió con los datos obtenidos por él mismo sobre el eclipse: “Veó con placer, que tiene México en vos un sabio astrónomo. Este es para mí un precioso descubrimiento, y me será la vuestra una correspondencia que cultivaré con ardor”⁴⁷. Otro francés que, también, quedó satisfecho con el trabajo de León y Gama fue Jean Chappe d’Auteroche, quien vino a la Nueva España para observar el paso de Venus de 1769.

Tuvo amistad con el editor de la *Gazeta de México*, Manuel Valdés. En el obituario que Valdés le dedica a León y Gama se puede ver el aprecio que le tuvo a este estudioso novohispano. Ahí expone que León y Gama fue “...uno de aquellos grandes genios para las ciencias, que suelen hacer época en los anales de la literatura de un país, quando ciertas felices combinaciones acompañan la magnitud de los talentos. Estos fueron ciertamente singulares en Don Antonio, y los cultivó con la más constante industria y laudabilísimo tesón hasta el último periodo de su cansada edad”⁴⁸.

También, fue amigo y colaborador de Joaquín Velázquez de León, director del Tribunal de Minería, el cual “trató con íntima confianza y señales de suma estimación a nuestro Don Antonio”⁴⁹. En alguna ocasión Velázquez de León le dejó varias tareas, “confiándole operaciones trigonométricas y analíticas, laboriosos cálculos, y observaciones de eclipses y otros fenómenos celestes”⁵⁰ para que León y Gama realizara en ausencia de éste. Cuando Velázquez de León revisó los encargos que le había dejado a León y Gama, quedó muy satisfecho por los resultados obtenidos.

⁴⁶ Valdés M., Op. Cit., p.161.

⁴⁷ *Ibid.*, p. 160.

⁴⁸ *Ibid.*, p. 158.

⁴⁹ *Ibid.*, p. 161.

⁵⁰ *Ibid.*, p. 162.

Lo curioso es que a pesar de tener estos contactos no pudo conseguir un empleo mejor remunerado que le permitiera tener menos preocupaciones económicas “para ganar su vida y mantener con decencia a su dilatada familia”⁵¹. Quizá, León y Gama era una persona con poca habilidad para desenvolverse en el medio político, lo cual explicaría por qué pasó su vida trabajando en la Real Audiencia a pesar de relacionarse con gente importante, como los virreyes Flores y Revillagigedo. Lo más cerca que estuvo de tener un nuevo trabajo fue cuando Velázquez de León le prometió, de palabra, la cátedra de mecánica, aerometría y pirotecnia. Sin embargo, no pudo ocupar este cargo debido a las trabas que Fausto Elhuyar le puso cuando asumió el puesto de director.

Los comentarios que se han mostrado en párrafos anteriores acerca de León y Gama ayudan a formarse una idea de cómo era, así como de sus intereses. El padre Pedro Márquez, por ejemplo, expone que “D. Andrés Cavo...tuvo correspondencia literaria con el Sr. Gama; y de las cartas que dicho amigo nos comunicó oportunamente, habíamos observado como en un espejo, la sabiduría y honradéz, la erudición y modestia, la piedad y sinceridad, virtudes todas, que se puede asegurar habían constituido el amable carácter de nuestro D. Antonio Gama”⁵².

Así pues, es fácil imaginarse a este criollo ilustrado como una persona honrada, recta, entregada al estudio, que “no fomentaba fácilmente amistades, ni se entregaba a comunicaciones, [...] Sabio modesto, Vasallo fiel, Ciudadano pacífico, Christiano en sus procederes, ajustado en sus costumbres, fiel en su palabra, exactísimo en su silencio, amante del bien público, magnánimo en la resignación con que toleró el poco aprecio de su mérito”⁵³.

Los temas de estudio de este criollo fueron varios: medicina indígena, saber indígena, matemáticas, astronomía, pintura, etc. Predominan los temas referentes al pasado y saber de los indígenas y a la astronomía, pues “nada le parecía más bello, especialmente la astronomía, la cual hizo siempre sus delicias”⁵⁴. Así mismo fueron varios los trabajos que realizó sobre estos temas, “dio el primer ensayo de ingenio, todavía joven”⁵⁵ con la elaboración de calendarios. Posteriormente, aportó artículos para la *Gazeta de México* – de la cual fue el editor durante un breve periodo de tiempo– , y elaboró varios opúsculos como la *Descripción Orthographica Universal del Eclipse de Sol del día 24 de junio de 1778* (1778), la *Instrucción sobre el remedio de las Lagartijas* (1782),

⁵¹ Segura, I. citado por Moreno, R., Op. Cit., p. 92.

⁵² Márquez, P., Op. Cit., p. viii.

⁵³ Valdés M., Op. Cit., p 164.

⁵⁴ Márquez, P., Op. Cit., p. v.

⁵⁵ *Ibid.*, p. v.

la *Disertación física sobre la materia y formación de las auroras boreales* (1790), la *Descripción histórica y cronológica de las dos piedras que, con ocasión del nuevo empedrado que se está formando en la plaza principal de México se hallaron en ella el año de 1790* (1792), por mencionar algunos.

En varios de sus trabajos, principalmente los relacionados con temas astronómicos, predomina el afán de entender un fenómeno por medio de las leyes de la naturaleza. En otros, como la *Instrucción sobre el remedio de las Lagartijas* se ve de manera más clara la utilidad que debió de procurar con su trabajo como “amante del bien público”⁵⁶ que era. Pues el ver si la carne de lagartija curaba o no algunos males, como la lepra y el cáncer, era una forma de velar por la salud de los novohispanos; además, reivindicaba la medicina indígena frente a Europa⁵⁷. Sus escritos sobre el pasado de los habitantes de la Nueva España son, tal vez, una forma de búsqueda de identidad de las personas que vivieron en ese reino y que no son españolas, ni indígenas, pero que tienen raíces en ambos mundos. Ahí se refleja una inquietud por conocer el pasado de la tierra –personas, sucesos, conocimientos– en la que vivieron.

Para poder escribir sobre los temas de su preferencia, León y Gama tuvo que dedicar varias horas de estudio para entender a autores como: Newton, Lalande, Maupertuis, Mairan, Gravesande, Halley, Musembroek, Franklin, La Caille, Cassini, Euclides y los Bernoulli por mencionar a algunos. Sin embargo, no sólo se instruyó con autores extranjeros. También se cultivó con códices, saberes indígenas⁵⁸ y trabajos de estudiosos connacionales y de reinos cercanos como: José Felipe Flores, Francisco Hernández, Fernando de Alva Ixtlilxóchitl, Francisco Javier Clavijero, Mariano Veytia, Velázquez de León, entre otros. Toda esta variedad de autores y sus respectivas obras, dan una idea de los libros que un estudioso novohispano del siglo XVIII pudo llegar a tener en su biblioteca privada. De igual manera, esto nos habla acerca de los textos y autores connacionales y extranjeros –en su mayoría europeos– que circularon en la Nueva España, y a los cuales los estudiosos de este reino tuvieron acceso.

La vida de León y Gama en los años anteriores a la aparición de la aurora boreal en la Ciudad de México, transcurrió entre las actividades que tenía que desempeñar como oficial mayor y sus estudios y trabajos que vieron la luz ya sea en la *Gazeta de México* o en folletos. El 13 de febrero de 1787 se publicó, en la *Gazeta de México*, su escrito “Observaciones meteorológicas del próximo año de 1786 hechas en México por Don

⁵⁶ Valdés M., Op. Cit., p 164.

⁵⁷ Achim, M. (2008).

⁵⁸ Aprendió náhuatl y conversó con indígenas de los cuales obtuvo conocimientos.

Antonio de León y Gama”. De esta fecha hasta noviembre de 1789 no hay registro (en los materiales que se consultaron) de algún otro trabajo que hubiera sido publicado⁵⁹.

El 1 de diciembre de 1789 salió su “Discurso sobre la luz septentrional que se vio en esta Ciudad el día 14 de noviembre de 1789 entre 8 y 9 de la noche”, en el cual da noticia de la aurora boreal que se observó en la Ciudad de México. León y Gama fue el segundo en reportar dicho fenómeno, precedido por Alzate, y seguido por Francisco Dimas Rangel. Estos tres novohispanos fueron los que discutieron acerca del origen y formación de las auroras boreales.

Antonio León y Gama fue un ilustrado novohispano que se dedicó al estudio más bien teórico de los temas que trató. Esto no quiere decir que dejó de lado la observación y experimentación; más bien, una vez que obtenía los datos que necesitaba se dedicaba a procesarlos mediante cálculos matemáticos para hallar los resultados que buscaba. A pesar de que tuvo problemas económicos, encontró el tiempo necesario para dedicarse a sus estudios y publicar sus trabajos, por los cuales fue congratulado por algunos estudiosos contemporáneos, aunque fue más alabado después de su muerte. Humboldt con su comentario acerca de León y Gama ayuda a reforzar parte de lo que se ha mostrado acerca de la vida de este criollo: “Pobre, y precisado a mantener su numerosa familia a costa de un trabajo penoso y mecánico, desconocido y casi olvidado en vida por sus conciudadanos que lo llenaron de elogios después de muerto, llegó a ser por sí mismo un astrónomo hábil e instruido. Publicó muchas memorias sobre algunos eclipses de luna, sobre satélites de Júpiter, sobre el almanaque y la cronología de los antiguos mexicanos y sobre el clima de la Nueva España; en todas las cuales se ve una grande precisión de ideas y exactitud en las observaciones”⁶⁰.

José Francisco Dimas Rangel

José Francisco Dimas Rangel es, quizá, el más enigmático de los tres personajes que participaron en el debate. A pesar de que algunos autores mencionan que fue un relojero importante, la información que se tiene acerca de él es poca comparada con lo que se sabe acerca de Alzate o de León y Gama. Al igual que en las secciones anteriores se quiere ubicar a este personaje en el México del siglo XVIII, y para hacerlo se utilizarán, además, de los datos que se lograron reunir sobre este criollo, información sobre lo que era ser un

⁵⁹ Existen escritos de León y Gama que no tienen fecha. Así que cabe la posibilidad que alguno de estos trabajos haya sido publicado entre estos años. Sin embargo, el tener problemas económicos puede explicar porque no publicó algún trabajo. Pudo haber sido por falta de dinero o por no tener tiempo de dedicarse a sus estudios por tener que trabajar.

⁶⁰ Humboldt, A. citado por Moreno, R., Op. Cit., pp. 93-94.

relojero en el siglo XVIII. Para esto se utilizara el libro *Tratado General y Matemático de Reloxería* que fue escrito por el relojero de cámara español Manuel de Zerrella y Ycoaga, y que fue publicado en Madrid en 1789. En dicho libro Zerrella expone todo “lo que se necesita para formar un buen relojero, dándole una idea sucinta de cada rama que contribuye á ejercer dicha ciencia ó arte matemáticamente”⁶¹. Con esto podemos ubicar de mejor manera a Rangel, pues el saber qué era ser un relojero en el siglo XVIII nos permite darnos una idea de cómo fue este criollo.

Rangel nació en Valladolid de Michoacán. De su padre y madre no se encontró información que nos permita saber si la familia tuvo una situación acomodada o fue, más bien, humilde. Lo más probable es que fueran humildes, pues “Rangel vivió pobre y murió pobrísimo.”⁶² A pesar de esto, este novohispano llegó a ser un importante relojero y elaboró muchos relojes de torre. Fabricó relojes para las catedrales de la Ciudad de México, Durango, el Reino de León, Lima, Santo Domingo de Cautla de Amilpas, las Carmelitas de Salvatierra y para el pueblo de Puruándiro. También, construyó relojes para el Colegio apostólico de Pachuca, el Hospicio de San Tomás, el Hospicio de San Jacinto, el Convento de Regina, la Parroquia de Santa Catarina mártir y para el Real de Zimapán⁶³. De todos estos relojes que fabricó se deduce lo importante que fue Rangel como relojero.

Para poder fabricar todos los relojes arriba mencionados, este novohispano se “dedicó al estudio de las ciencias físicas y matemáticas”⁶⁴, pues para ser relojero en el siglo XVIII se requerían conocimientos de diversos temas como: aritmética, álgebra, geometría, gnomónica⁶⁵, astronomía, física, geografía, música, dibujo, arquitectura y maquinaria.⁶⁶ Entonces, es posible formarse una idea de algunos de los temas que Rangel debió de haber estudiado ya sea en la Real y Pontificia Universidad de México, por su cuenta, en algún curso de matemáticas (como el que Velázquez de León impartió en el colegio de Santos) o como aprendiz de otro relojero, como se estilaba en Europa.

Es importante mencionar que la profundidad de conocimiento que un relojero tenía en los temas variaba, dependiendo de lo que necesitara saber. Por ejemplo, sobre la arquitectura no era necesario saber “si las columnas de un edificio son dóricas, jónicas ó mixtas; ni que los arcos sean del gusto Gótico, ni las esfinges del Griego: sin embargo aprenderá allí algo de Planimetría (que es lo que nos importa saber), y se soltará en el

⁶¹ Zerella, M. (1789). p. II.

⁶² Bustamante, C. citado por Sierra J. et al. (1985). p. 1036.

⁶³ Piña, E. (1994). p. 112.

⁶⁴ Sierra J. et al., Op. Cit., p. 1036.

⁶⁵ La gnomónica se ocupa de la construcción de los relojes de sol.

⁶⁶ Esta lista de temas fue tomada del índice del libro *Tratado General y Matemático de Reloxería*.

manéjo de tirar líneas con exactitud...lo qual le habilitará para más adelante, si acaso invénta algún reloj...”⁶⁷.

Sobre la geometría “para poseer con más fundamento el arte de la relojería, escribo éste, en el que no guardaré el método que otros autores, pues solo expondré aquéllas proposiciones, que le puedan ser mas útiles para adquirir un total conocimiento en dicho arte”⁶⁸. Por otro lado, sobre la “Física que vóy á escribir, és la metálica para los relojeros, y nó la contemplativa, destinada á entendimientos superiores al mío. Sin embargo parte de ésta (qué es la experimental) también la necesitamos”⁶⁹.

Esto refleja el tipo y la cantidad de saberes que un relojero buscaba manejar. No se requería saber la teoría a fondo, sino más bien se buscaba que el conocimiento se pudiera poner en práctica y que ayudara a desempeñar el trabajo. Siendo Rangel un relojero de la corte, seguramente, fue una persona práctica que poseía una gran habilidad manual dadas todas las piezas que necesitó construir y manejar –resortes, engranes, trinquetes y demás piezas de un reloj–, y que tenía conocimientos no muy profundos pero si un poco más especializados de ciertos temas.

Rangel no sólo trabajó como relojero. En 1784 se presentó ante el virrey para solicitar se le concediera una licencia para abrir una imprenta. Dicha petición fue evaluada por el director de la Academia de San Carlos, Jerónimo Antonio Gil. Gil expresó en su informe: “He visto los moldes, punzones y matrices que ha fabricado don Francisco Rangel, y digo que para no haber tenido enseñanza ni dirección alguna en el arte tan útil y necesario en esta imperial ciudad y todo el reino, me parece le otorgue V.A. lo que pide dicho Rangel”⁷⁰.

Una vez que el informe de Gil fue recibido, se preguntó a los impresores José Antonio de Hogal –el impresor de Palacio- y Felipe Zúñiga de Ontiveros si tenían algún inconveniente en que se le concediera la licencia a Rangel. Al respecto de esta consulta Hogal expresó que Rangel es “un sujeto de tan notoria habilidad, que nadie puede negar la aplicación con que se ha dedicado á dar á el público obras de su mano, tan perfectamente ejecutadas, que han merecido el aplauso de todos los inteligentes, en su ejercicio de relojero, y en otros de igual prolijidad y delicadeza, ha manifestado su instrucción y rara habilidad...será utilísimo para el público y para los impresores el que

⁶⁷ Zerella M., Op. Cit., p. 393.

⁶⁸ *Ibíd.*, pp. 258-259.

⁶⁹ *Ibíd.*, p. 358.

⁷⁰ Gil, J. citado por Toribio, M. (1912). p. 187.

este sujeto se numere por uno de ellos...”⁷¹. Se sabe que ambos impresores aprobaron que se le otorgara la licencia a Rangel.

De esta manera en 1786 se le concedió a Rangel el permiso para establecer un taller de imprenta con la condición de que mandara a traer de España la imprenta y los utensilios que necesitase. Ésta la estableció donde estaba su relojería, en la calle del Puente de Palacio. Fue ahí donde vio la luz el tercer periódico de Antonio Alzate: *Observaciones sobre la física, historia natural y artes útiles* (1787-1788). También ahí se publicaron *La Devoción para el Día Tercero de Cada Mes, en Honor del Gloriosísimo Apostol de la India Sn. Francisco Xavier* (1787), y las *Advertencias sobre el buen uso de los Reloxes de faltriqueria, y juicio de su bondad* (1787) escrito por él⁷².

La imprenta funcionó hasta el año de 1789. Durante tres años, aproximadamente, fueron impresos catorce números del periódico *Observaciones sobre la física...* y las dos obras mencionadas en el párrafo anterior⁷³. El mismo año en que dejó de funcionar la imprenta de Rangel se observó en el cielo de la Ciudad de México una aurora boreal. Dicho fenómeno llamó la atención de este relojero, llevándolo a escribir su *Discurso físico sobre la formación de las auroras boreales* (diciembre 1789) que fue impreso en la Imprenta de los Herederos del Licenciado Don Joseph de Jáuregui.

José Francisco Dimas Rangel fue un importante y hábil relojero que incursionó en el trabajo de impresor en el cual no tuvo tanto éxito como el que consiguió como relojero. A pesar de que su incursión en la imprenta fue corta no por ello fue infructífera, pues editó varias obras. Por la naturaleza del trabajo que desempeñó se puede decir que Rangel fue un hombre práctico, con mucha habilidad manual, ingenio y creatividad. Su instrucción no estuvo dirigida al estudio profundo de las ciencias, ni a temas variados, más bien, fue enfocado a adquirir conocimientos que fueran aplicables a su trabajo. Sin embargo, los saberes que obtuvo fueron los suficientes de tal manera que le permitieron entender y debatir sobre las auroras.

El siglo XVIII fue una época que estuvo llena de movimiento. La Nueva España vivió el cambio de dinastía y de las reformas que afectaron a parte del pueblo novohispano. Con el fin de tener un mejor control sobre la Nueva España y mayores ingresos, España impulsó una serie de reformas que cambiaron la vida de los habitantes de su colonia. El

⁷¹ Hogal, J. citado por Toribio M., Op. Cit., p.188.

⁷² No se encontró este trabajo de Rangel. Téllez H. y J. Espinosa en su artículo “La astronomía teórica novohispana: Francisco Dimas Rangel y la aurora boreal de 1789” mencionan que dicho escrito está extraviado.

⁷³ Estas son las obras de las que se tiene conocimiento, ya que en los documentos consultados no se encontró mención de algún otro trabajo impreso en la imprenta de Rangel.

ámbito político, económico, social, cultural y científico fue alterado. La creación de instituciones que fungieron como nuevos centros de estudio, la producción de periódicos y folletos, la adquisición de libros y los debates permitieron a los estudiosos novohispanos avanzar y generar nuevos conocimientos. Además, con los repasos de vida que se mostraron, se han ubicado en el México dieciochesco a los tres criollos que participaron en el debate acerca de la formación y origen de las auroras boreales. Sabemos ahora cuáles eran algunos de sus objetivos, la preparación académica que tuvieron y el lugar que ocuparon entre la sociedad novohispana. Tenemos así una imagen de los contendientes del debate y cuáles eran las herramientas con las que estos novohispanos discutieron acerca del fenómeno acontecido en la noche del 14 de noviembre de 1789. También, conocemos las condiciones del país en el que vivieron. Tenemos una idea de cómo era la Nueva España, qué problemas enfrentaba, cuáles eran los espacios en los que los estudiosos se instruían, de qué manera lo hacían, entre otras. De este modo se ha aclarado uno de los aspectos que conforman el debate, lo cual nos ayudará a entenderlo.

Capítulo III

El debate de la Aurora Boreal de 1789

La ciencia en la Nueva España estuvo influenciada por la actividad científica de Europa. Conocer cuál era la situación de la ciencia europea, en el siglo XVIII, ayuda a comprender de mejor manera el debate que Alzate, León y Gama y Rangel sostuvieron, pues si bien estudiaron a sus connacionales, también, se instruyeron con los trabajos de los europeos. Por esta razón se verá un breve panorama de la situación de la ciencia en Europa. Posteriormente se mencionará qué es lo que se sabía acerca de la formación de las auroras boreales, es decir, cuáles eran las teorías que se conocían antes de que el debate ocurriera. De esta manera se planteará el contexto científico en el cuál la discusión se llevó a cabo. Esto con el fin de ubicar esta disputa y poder entender de manera más clara el desarrollo de ésta.

Ciencia en Europa

El siglo XVIII, también llamado el Siglo de las Luces, fue un periodo en el cual la razón fue considerada como el camino hacia la libertad. Los filósofos de ese siglo pensaban que la revolución científica, que había comenzado en el siglo pasado, estaba cambiando no sólo la concepción de la ciencia, sino también la forma de pensar del hombre⁷⁴. Es por ello que la razón jugó un papel fundamental en este siglo. Mediante el uso de ésta se pretendió dar respuesta a los fenómenos de la naturaleza y por medio de las leyes de la razón, que eran las leyes de la naturaleza, se quiso explicar cualquier suceso que acontecía en el mundo. Además, se consideró como el método que las personas debían de seguir para poder liberarse y así poder construir una nueva sociedad.

El filósofo Immanuel Kant con su *Contestación a la pregunta ¿Qué es la Ilustración?* nos ayuda a entender de mejor manera lo que es la Ilustración. En este escrito, Kant responde que la “Ilustración significa el abandono por parte del hombre de una minoría de edad cuyo responsable es él mismo. Esta minoría de edad significa la incapacidad para servirse de su entendimiento sin verse guiado por algún otro”⁷⁵. Más adelante menciona que el lema de la Ilustración es “Ten el valor de servirte de tu propio entendimiento”⁷⁶. En estas pocas líneas –que forman parte de todo el ensayo– Kant expone de manera breve lo

⁷⁴ Hankins, T. (1988). p. 2.

⁷⁵ Kant, I. (1784). p. 7.

⁷⁶ *Ibíd.*, p. 7.

que es esta forma de pensar. La Ilustración fue una forma de pensar con un enfoque crítico, que abriría el camino al pensamiento y a la acción constructiva⁷⁷.

En la ilustración se siguió la idea de que la virtud estaba tanto en el oficio como en el producto⁷⁸. Por esta razón, los filósofos naturales querían pertenecer a la llamada república de las letras. Para ello necesitaban servir a la humanidad y trabajar por el bien común. Además, en la filosofía los conocimientos viejos eran utilizados como cimientos de los nuevos, lo que permitía no sólo ir acumulando más y más saberes, sino también ir progresando en beneficio de la humanidad. Por ello la observación, la experimentación y la crítica eran actividades que los filósofos debían realizar para generar nuevos saberes.

El campo de estudio de estos ilustrados era amplio: la historia natural⁷⁹, el calor, el magnetismo, la astronomía, la óptica y la estática eran algunos de estos campos a los cuales los filósofos les dedicaban tiempo. Hay que tener cuidado con los términos utilizados, ya que si bien la mayoría de las áreas antes mencionadas pertenecen a lo que hoy llamamos física, en el siglo XVIII no era así. Primero hay que mencionar que en el siglo de las luces, la filosofía natural –a la cual se le atribuía la facultad mental de la razón– es lo que hoy llamamos ciencia.

Por su parte, la física era “la ciencia que enseña las razones y las causas de todos los efectos que la naturaleza produce”⁸⁰, era “una demostración de la naturaleza, ó por mejor decir, el secreto por dónde investigamos y descubrimos”⁸¹. De esta manera, tenemos que la medicina, el calor, el magnetismo y la fisiología pertenecían al campo de estudio de la física porque ésta incluía los fenómenos de objetos animados e inanimados.

Por un lado, las matemáticas mixtas⁸² incluían la astronomía⁸³, la óptica, la hidráulica, la geografía, la relojería, la gnomónica⁸⁴, la navegación, la topografía y la fortificación. Por otro lado el álgebra, la aritmética, la geometría, el cálculo diferencial e integral pertenecía al campo de las matemáticas. En este siglo las matemáticas estuvieron relacionadas a la resolución de problemas físicos como: el movimiento a lo largo de una curva, diseños para ruedas hidráulicas, predicción del pandeo de pilares, entre otros.

⁷⁷ Hankins T., Op. Cit., p. 3.

⁷⁸ *Ibid.*, p. 9.

⁷⁹ La historia natural comprendía lo que hoy conocemos como botánica, zoología, geología y meteorología.

⁸⁰ Rohalt citado por Hankins T., Op. Cit., p. 13.

⁸¹ Zerella M. (1789). p. 357.

⁸² Era llamadas matemáticas mixtas por tratarse de matemáticas aplicadas.

⁸³ En el siglo XVIII, la astronomía era “la ciencia de las estrellas, planetas, cometas y demás cuerpos celestes, como también la de sus movimientos magnitudes, luz y distancia” (Zerella M., p. 303).

⁸⁴ La gnomónica se encarga de la construcción de los relojes de sol.

También estuvieron relacionadas con su uso en la relojería (la aritmética, el álgebra y la geometría eran materias que un buen relojero debía de saber para desempeñar su labor). En la astronomía con la elaboración de tablas astronómicas y en la creación de teorías sobre los movimientos de los cuerpos celestes. Cabe mencionar que la forma en la que abordaban estos problemas era por medio de la mecánica racional la cual consistía en idealizar el problema y no tomar los efectos de la fricción.

Por su parte, la física experimental incluía el estudio de los fluidos sutiles, los cuales eran el calor, el magnetismo, la luz y la electricidad. Este fue un campo que significó el empleo de un método experimental cuantitativo por medio del cual se podían descubrir las leyes que describen los objetos inanimados⁸⁵. Sin embargo, no estaba claro cuál debía ser el equilibrio entre teoría y experimentación.

Algunos estudiosos como el Conde Buffon, Denis Diderot y Benjamín Franklin estaban en desacuerdo con utilizar demasiado las matemáticas para la visualización y resolución de los problemas físicos. Argumentaban que se corría el riesgo de reducir estos problemas a entes demasiado abstractos. Otros ilustrados como el marqués de Condorcet y D'Alembert creían que los matemáticos eran los únicos cuyo trabajo realizado era útil y los experimentos realizados eran, solamente, trucos que servía para entretener.

Un problema que se presentó fue que a pesar de que se hacía alusión a un método cuantitativo, en su inicio la física experimental fue más cualitativa que cuantitativa. Los aparatos diseñados y construidos estaban pensados para recrear o generar un fenómeno y no para medirlo. Además, no se tenía claro que es lo que se debía medir. Pero una vez que estos problemas fueron superados, la física experimental permitió formular leyes cuantitativas que hizo posible poder predecir algunos fenómenos físicos, así como cuantificar conceptos como la temperatura.

Para esta transición de ser cualitativo a cuantitativo, los fluidos sutiles jugaron un papel muy importante, ya que mostraron que era lo que se tenía que medir y permitieron la construcción de diferentes conceptos físicos como: carga, tensión eléctrica y calor. Hankins menciona que los fluidos sutiles fueron el único medio por el cuál la física experimental pudo hacerse cuantitativa en la primera mitad del siglo XVIII⁸⁶.

Por último, la química fue un campo que surgió en esa época. A principios del siglo XVIII, la química, se encontraba mezclada con los conocimientos que un médico debía de tener para poder realizar sus estudios. Por esta razón la mayoría de las personas que

⁸⁵ Hankins T., Op. Cit., p. 50.

⁸⁶ *Ibid.*, pp. 55-56.

practicaban la química eran médicos y farmacéuticos. Conforme el siglo avanzaba la separación entre química y medicina, aunque lenta, se hacía más clara. De esta manera pasó a ser un nuevo campo que se dedicó al estudio del aire atmosférico, la combustión, el flogisto y el estado vaporoso de la materia. Cabe mencionar que el surgimiento de este nuevo campo trajo consigo la creación de nuevos términos para explicar ciertos fenómenos. “Vaporoso”, “gaseoso”, “expansibilidad” y “oxígeno” fueron algunos de estos términos que surgieron para describir nuevos conceptos.

Como se puede ver los temas estudiados por los ilustrados del siglo XVIII fueron muchos. La forma en la que los abordaron no solamente fue estudiando los tratados, libros o folletos de sus colegas. Más que realizar una lectura de los trabajos de otros estudiosos para entender lo ahí plasmado, se requería de un análisis crítico, discusiones e intercambio de ideas. Por ejemplo, la marquesa de Châtelet y Voltaire, en un castillo que era propiedad de Madame de Châtelet, se dedicaron a estudiar ciencia y literatura; recibían visitas de Pierre Louis Maupertuis, Alexis Clairaut y Francesco Algarotti con quienes estudiaban y discutían sobre diversos temas. También, los salones y cafés eran lugares en los cuales los estudiosos se reunían con el fin de debatir sus ideas. Hacían del debate un acto público.

El estudio y discusión no se quedó en el ámbito oral, numerosas obras fueron publicadas. La Enciclopedia (*Encyclopédie*), la Mecánica analítica de Lagrange (*Mecanique analytique*), las Cartas filosóficas (*Lettres philosophiques*) de Voltaire, El newtonianismo para damas de Algarotti (*Il newtonianismo per le dame*) y el Discurso sobre las leyes de la comunicación del movimiento de Bernoulli (*Discours sur le lois de la communication du mouvement*) fueron algunas de estas obras que vieron la luz con el fin de exponer su trabajo ante sus colegas y ante el público.

Hasta ahora, se ha mencionado una parte de lo que fue la Ilustración europea. Con lo antes expuesto podemos ver que fue una época que estuvo llena de cambios en el pensamiento y con mucha actividad científica. Esto nos permite entender lo que fue esta forma de pensar y cuáles fueron sus objetivos; también permite darnos una idea de algunas de las influencias europeas que llegaron a la Nueva España y por la tanto a Alzate, León y Gama y Rangel. Antes de exponer el debate conviene mencionar los diferentes sistemas que se plantearon para explicar el origen y formación de las auroras boreales durante el siglo XVIII. Esto con el fin de entender de manera más clara la discusión que se desarrolló entre los tres criollos, en la Nueva España, sobre este tema.

Sistemas planteados sobre el origen y formación de la aurora boreal

El siglo XVIII fue una época en la cual el número de avistamientos de auroras boreales aumentó considerablemente, lo cual llamó la atención de varios estudiosos de la época quienes empezaron a plantear sistemas que pudieran explicar este fenómeno. Debido a la aparición de una aurora el 6 de marzo de 1716, la Royal Society le pidió a Edmund Halley que diera una explicación sobre este fenómeno. Antes de que la Royal Society le hiciera esta petición, Halley ya había planteado algunas ideas para explicar la aparición de estas luces. Lo primero que sugirió fue que “vapor de agua que por acción de fuego subterráneo esta enrarecido puede traer consigo vapor sulfuroso que es suficiente para producir la luminosidad en la atmósfera”⁸⁷. Después planteó que si se considera a la Tierra como un globo que está dentro de otro más grande, entonces, en el espacio entre el globo mayor y el globo menor existe una materia luminosa, y cuando dicha materia traspasa la capa del globo menor se produce una aurora.

En la explicación que dio a la Royal Society Halley comenzó dando una descripción detallada del fenómeno, continuó haciendo un recuento de los avistamientos ocurridos desde mediados del siglo XVI y mencionando la explicación del vapor de agua. Después, dejando de lado las explicaciones que anteriormente había dado, Halley mencionó su sistema del origen de la aurora: consideró a la Tierra como un gran imán alrededor de la cual circulan vapores que son emanados de minas de hierro, y que siguen líneas como aquellas que forman la limadura de hierro cuando está cerca de un imán. Entonces, las auroras se explican porque este flujo se encendía solo o bien porque la fricción acontecida entre éste vapor y la materia con la que entraba en contacto ocasionaba que se prendiera⁸⁸.

Ese mismo año el francés Jacques Philippe Maraldi escribió sobre la aurora boreal del 11 de abril de 1716, su artículo comienza con una descripción del fenómeno y concluye planteando que la aurora es un meteoro, es decir, que es un fenómeno que ocurre en la atmósfera. Posteriormente en 1717 realizó otro artículo, esta vez sobre una aurora registrada en diciembre de 1716, en este trabajo, además, de dar una descripción de la aurora, calcula la altura y menciona en que épocas del año son más frecuentes sus apariciones. Sobre la formación de las auroras boreales Maraldi propuso que las auroras eran causadas por “sutiles exhalaciones sulfurosas”⁸⁹. En 1728 W. Derham en su artículo titulado “Observations on the Lumen Boreale” planteó la idea de que las auroras estaban formadas por los mismos vapores que producen los terremotos y que estas luces “eran de

⁸⁷ Halley E. citado por Eather, R. (1980). p. 50.

⁸⁸ Morton, J., Op. Cit., p. 492.

⁸⁹ Maraldi, J., por citado por Eather, R., Op. Cit., p. 53.

gran ayuda para la paz y la seguridad de la Tierra ya que ventilaban algunos de los vapores fermentados y perniciosos que causaban estas terribles convulsiones que acompañaban a los terremotos”⁹⁰.

Cinco años después, en 1733, Jean Jacques Dortous de Mairan publicó su *Traité Physique et Historique de L’Aurore Boréale*. En este trabajo, Mairan sugirió que el origen de las auroras era debido a la luz zodiacal la cual era una extensión de la atmósfera solar. Planteó que conforme la materia de la atmósfera solar se extiende hacia la Tierra llega un momento en que cae a la atmósfera terrestre por efectos de las leyes de la gravitación, y esta materia solar que desciende es la causa por la cual se origina una aurora. También sugirió una posible conexión entre “la frecuencia, el cese y el regreso de las manchas solares y la aparición de las auroras boreales”⁹¹.

Además, planteó ideas para explicar el color, por qué no producen sonido y por qué se ven en el polo norte. Sobre el por qué se observan en las regiones polares, mencionó que la rotación de la Tierra tiende a distribuir la materia solar sobre todo el planeta; pero que en los polos esto sucede en menor medida ocasionando que la materia solar se acumule en éstos y que las auroras se vean en esos lugares. No se produce sonido porque la que aurora está muy lejos de la superficie de Tierra. Finalmente, del color argumentó que la materia solar está compuesta de materias de diferentes densidades que descienden a diferentes alturas; entonces, dependiendo de la cantidad de materia y la altura a la cual cae va a ser el color que adquiere.

Ese mismo año se publicó la *Dissertation sur le Feu Boréal*, en este libro Jean Antoine Marensson mencionó que en otoño e invierno grandes cantidades de aire se juntan en los polos, se encienden y forman la aurora. Después del avistamiento de la aurora de 1737 el padre Serantoni publicó un trabajo en el cual mencionó que la aurora es causada por una doble reflexión de los rayos del sol sobre la capa polar y sobre las partículas de la atmósfera superior. En 1741 se publicó el *Physical Considerations About the Hot Sun, the Cold Air, and the Aurora* en este escrito el capitán Heitman planteó que las auroras eran causadas porque los vapores nitrosos que estaban en el aire se agitaban.

Un nuevo sistema vio la luz en 1746. Leonard Euler, en un artículo publicado en las *Mémoires* de la Academia de Prusia, planteó que las auroras y las colas de los cometas tenían mucho en común tanto así que explicando uno de estos fenómenos se podía explicar el otro. De esta manera se da a la tarea de explicar por qué en los cometas se

⁹⁰ Derham W., citado por Eather, R., Op. Cit., p. 53.

⁹¹ Dortous, M., citado por Eather, R., Op. Cit., p. 55.

forma la cola. Básicamente propuso que el cometa tiene una atmósfera y cuando los rayos solares pasan a través de ella se refractan; entonces, se crea una zona –que se encuentra entre el cometa y los rayos refractados– en la cual se juntan las partículas de la atmósfera del cometa que son desplazadas por los rayos solares, y que brillan cuando la luz del sol se refleja en ellas. Siguiendo esta idea Euler mencionó que en la Tierra pasa algo similar, pero que debido a la rotación del planeta las partículas se dispersan en la atmósfera terrestre antes de que se puedan juntar detrás del planeta. En los polos este efecto es prácticamente nulo, por lo tanto las partículas se reúnen en esas regiones dando como resultado la aurora cuando la luz del sol se refleja sobre dichas partículas.

Después de la invención del tubo de descarga, en 1753, se propuso que la electricidad jugaba un papel importante en la formación de la aurora, ya que estas luces eran un fenómeno de descarga eléctrica. Benjamín Franklin fue partidario de esta idea; atribuyó la formación de la aurora a un fluido eléctrico que se excita debido a vapores que suben hasta la atmósfera terrestre.

Otros estudiosos que propusieron explicaciones sobre la aurora fueron Musembroek, Lalande y Buffon. El primero propuso que las auroras se originaban debido a un tipo de exhalaciones fosfóricas, diferentes de las que originan los rayos y relámpagos; además, mencionó que son más frecuentes en los meses de abril y mayo. Lalande, también atribuyó el origen de la aurora a la electricidad. Buffon, por su parte, planteó que el origen de estas luces era debido al azufre y al ácido vitriólico que había en el aire de las regiones polares, lugar donde se originaban las auroras.

Hasta 1789 fueron muchos los sistemas que se propusieron para explicar el origen y formación de las auroras boreales, ninguno fue totalmente aceptado por los estudiosos como explicación definitiva a este fenómeno. Sin embargo, el sistema que propuso Mairan sobre la formación de estas luces fue el más aceptado debido a que su *Traité Physique...* fue el trabajo sobre auroras más circulado, la explicación del vapor de agua –que había planteado Halley– perdía credibilidad, y porque a pesar de tener argumentos un poco forzados era la única alternativa presentada al sistema del vapor de agua⁹².

Tal vez existieron otros sistemas que buscaron explicar el origen y la formación de las auroras boreales. Pero, en los materiales consultados se encontraron que los sistemas manejados hasta 1789 fueron los mencionados anteriormente. En los escritos sobre estas luces Alzate menciona el sistema de Mairan; León y Gama, el de Mairan, Musembroek, Halley y Franklin; Rangel, el de Mairan, Lalande, Euler, Franklin y Musembroek.

⁹² Morton, J., Op. Cit., p. 497.

Ahora que ya se conocen las explicaciones que se manejaban hasta 1789 sobre el origen y la formación de las auroras boreales y cuáles de estos sistemas eran conocidos por los participantes del debate, es momento de narrar el debate que sostuvieron los tres criollos. El 14 de noviembre de 1789 se observó en el cielo de la Ciudad de México una aurora boreal, fenómeno raro de apreciar en lugares de bajas latitudes como lo es esta ciudad, por lo que causó conmoción entre los habitantes y dio lugar a un debate entre tres estudiosos de aquella época: José Antonio Alzate y Ramírez, Antonio León y Gama y José Francisco Dimas Rangel. Dicho debate se llevó a cabo en la prensa, los trabajos se publicaron en la *Gaceta de Literatura*, la *Gazeta de México* y en folletos; entre el 19 de noviembre de 1789 y el 22 de marzo de 1791.

El cuadro que se muestra a continuación nos da una idea general de cómo se desarrolló esta disputa. Se puede observar quién fue el primero en publicar, en dónde y en qué fecha; así como, el orden de intervención de los debatientes. También se presenta un aproximado del número de palabras que contiene el escrito, lo cual nos da una idea de la extensión del mismo. Este cuadro sirve como guía del desarrollo del debate estudiado.

Cuadro 1: Cronología del Debate de la Aurora Boreal de 1789				
Fecha	Autor	Título	Periódico o imprenta que lo publicó	Aproximado del # de palabras en el texto
19/nov/1789	José Antonio Alzate y Ramírez	Noticia del meteoro observado en esta ciudad la noche del día 14 del corriente	Gaceta de Literatura	1375
1/dic/1789	Antonio de León y Gamma	Discurso sobre la luz septentrional que se vio en esta ciudad el día 14 de noviembre de 1789 entre 8 y 9 de la noche	Gazeta de México	1705
Entre el 1 y 22 de dic de 1789	José Francisco Dimas Rangel	Discurso físico sobre la formación de las auroras boreales	Imprenta de los Herederos del Licenciado Don Joseph de Jáuregui. Calle de San Bernardo	2575
22/dic/1789	Antonio de León y Gamma	Continuación del Discurso sobre la Aurora Boreal	Gazeta de México	1735
8/marzo/1790	José Antonio Alzate y Ramírez	Carta del Autor de la Gaceta de Literatura al anónimo que imprimió en las de Mejico números 44 y45 un discurso sobre la aurora boreal	Gaceta de Literatura	4367
Entre el 8 de marzo y el 16 de agosto de 1790	Antonio de León y Gamma	Disertación física sobre la materia y formación de las auroras boreales que con ocasión de la que apareció en México y otros lugares de la Nueva España el día 14 de noviembre de 1789	Imprenta de D. Felipe de Zúñiga y Ontiveros. Calle del Espíritu Santo	19740
16/agosto/1790	José Antonio Alzate y Ramírez	Disertación (nombrada) física sobre la materia y formación de las auroras boreales por D. Antonio de León y Gamma	Gaceta de Literatura	481
11/enero/1791	José Antonio Alzate y Ramírez	Sobre la aurora boreal observada en 14 de noviembre de 1789	Gaceta de Literatura	990
22/marzo/1791	José Francisco Dimas Rangel	Carta de D. Francisco Rangel, al autor de la Gaceta de Literatura que contiene varias reflexiones tocante al sistema de D. Antonio de León y Gamma, y al pie de ella ciertas notas de un anónimo.	Gaceta de Literatura	6197

Cuadro 1: Cronología de la aurora boreal de 1789.

El debate de la Aurora Boreal

La noche del 14 de noviembre de 1789 en la Ciudad de México apareció un fenómeno que pocas veces se puede observar en lugares de bajas latitudes. En el cielo se pudo apreciar la aparición de unas luces que causaron temor en varias personas. Sin embargo, algunos de los estudiosos de la época después de observar el fenómeno lograron identificarlo. Esas extrañas luces que se aparecieron en el cielo de la ciudad eran una aurora boreal. Es en torno a este fenómeno que gira el debate que a continuación se expondrá.

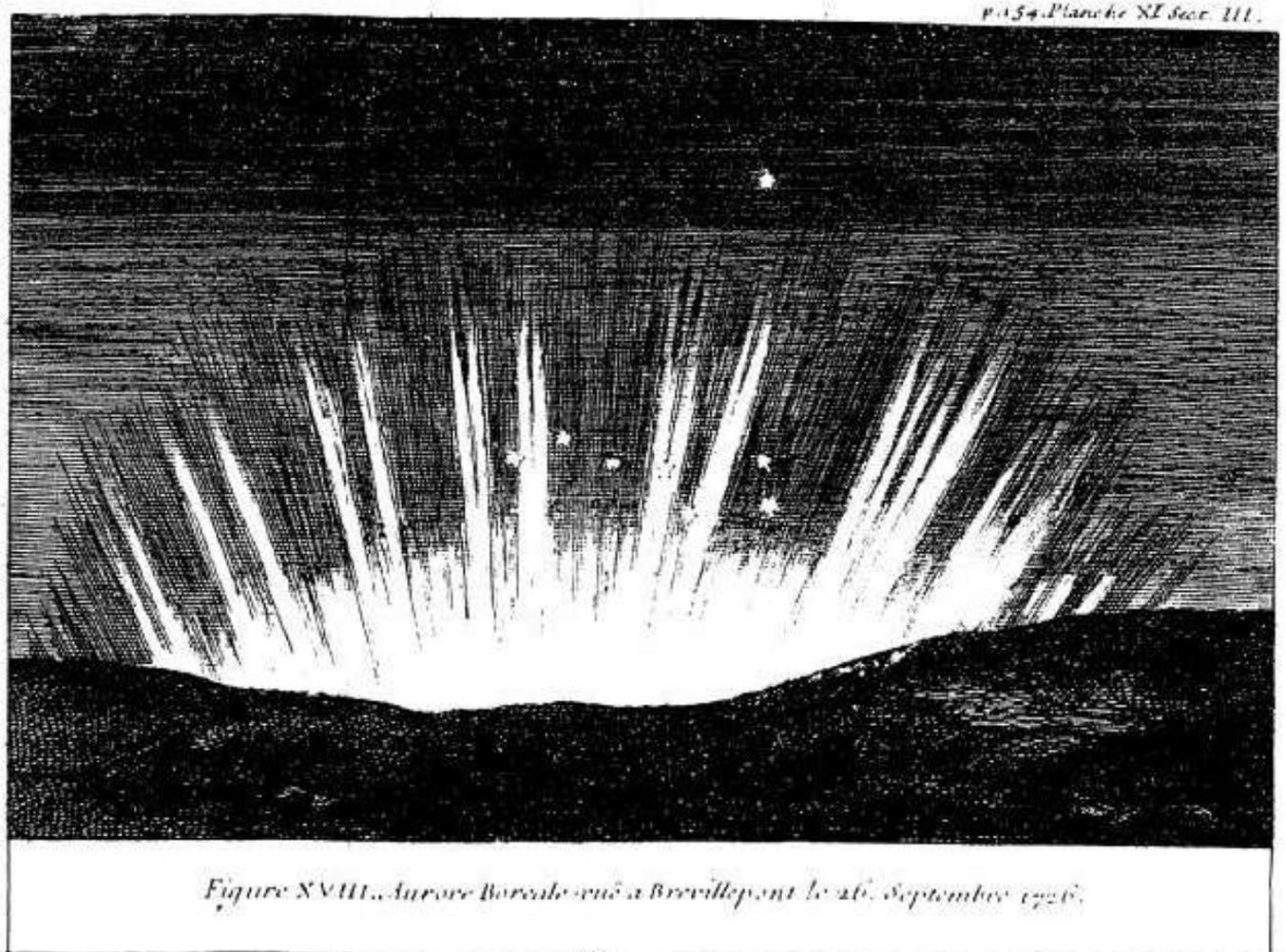


Figura 1: Imagen de una aurora boreal que apareció en 1726. Tomada del libro *Traité Physique et Historique de L'Aurore Boréale* de Mairan. Existen dos clases de auroras las pacíficas o tranquilas y las resplandecientes o tempestuosas. León y Gama explica que las segundas arrojan rayos o chorros de luz. Quizá, la aurora de esta figura corresponde a una tempestuosa.

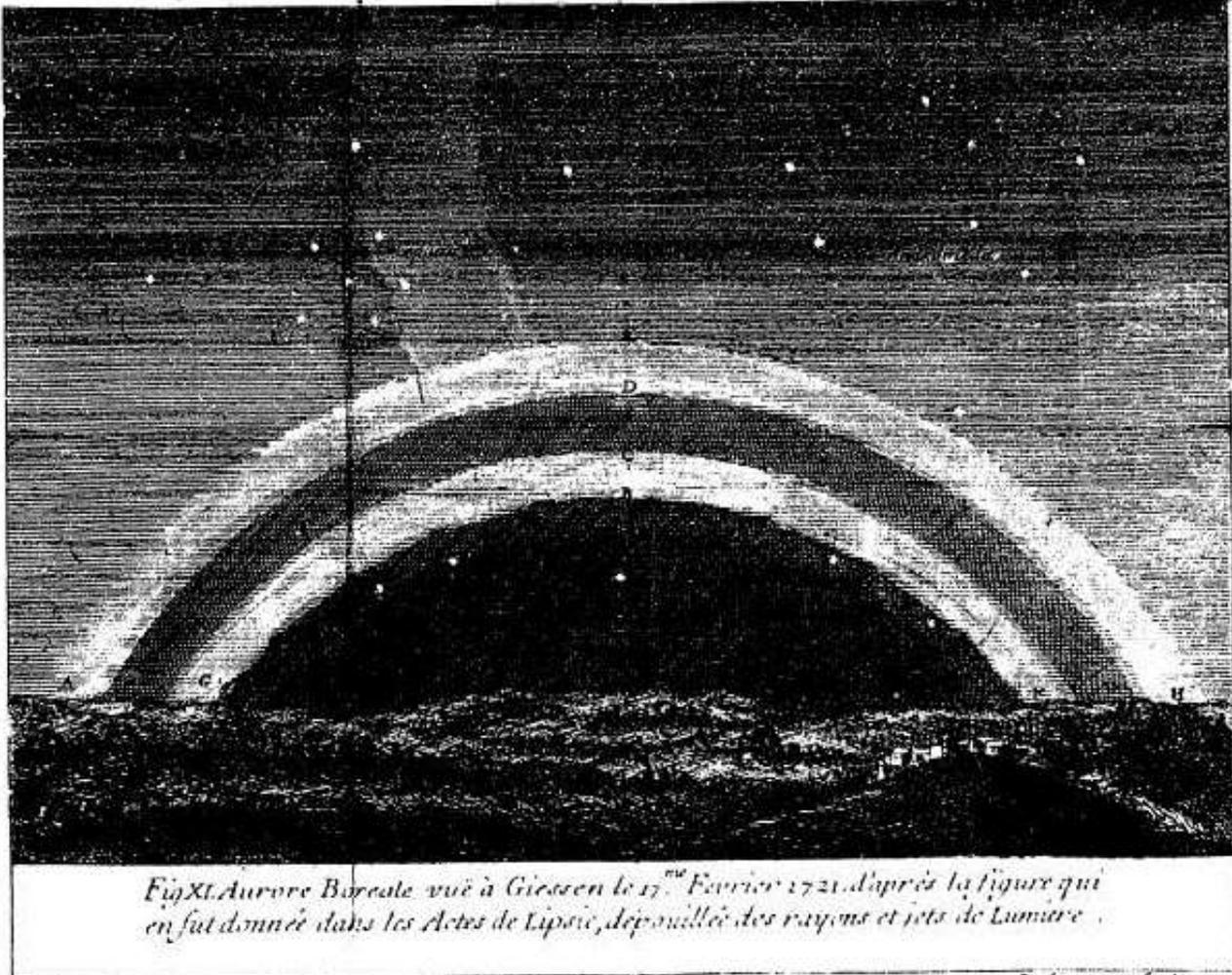


Figura 2: Imagen de una aurora boreal que apareció en 1721. Tomada del libro *Traité Physique et Historique de L'Aurore Boréale* de Mairan. Existen dos clases de auroras las pacíficas o tranquilas y las resplandecientes o tempestuosas. León y Gama explica que las primeras carecen de vibraciones de rayos de luz, y la que tienen es débil o amortiguada. Quizá, la aurora de esta figura corresponde a una aurora pacífica.

19 de noviembre de 1789

El primero en reportar la noticia fue Antonio Alzate en la *Gaceta de Literatura de México*, la nota titulada “Noticia del meteoro observado en esta ciudad en la noche del día 14 del corriente” salió el 19 de noviembre de 1789. En ella Alzate comienza diciendo que alrededor de las 8:30 de la noche su mozo fue a avisarle que había una luz extraña en el cielo por lo que decidió subir a su observatorio en compañía de D. Mariano de Castilleja, quien lo acompañaba esa noche.

Fue ahí que observó “una parte de círculo formada de una luz rojo oscura”⁹³ lo que lo hizo pensar que se trataba de un incendio en alguno de los poblados cercanos

⁹³ Alzate, A. (1831). Tomo I. p. 231.

como la Villa de Guadalupe, el pueblo de San Juanico, el pueblo de San Cristóbal o el de Zumpango. Pero reflexiones como poder ver los cerros entre la Villa de Guadalupe y la luz, o que la luz de un incendio tiene forma cónica y no circular le hicieron desistir de esa idea y llegar a la conclusión de que estaban viendo una aurora boreal.

Continúa dando una descripción de la aurora su forma semicircular, su color rojo oscuro y el tiempo que él pudo registrar estuvo visible en el cielo, de 8:30 a 9:30 de la noche. Así mismo da información que él considera no debe omitirse por tratarse de una observación como: la temperatura marcada (siete grados a las seis de la mañana), datos de cómo estuvo el día y los grados que marcaba el higrómetro⁹⁴ (62 grados).

Antes de continuar explicando la aurora, menciona que “la falta de conocimientos de la verdadera física ha hecho creer a los pueblos, sobrenaturales y espantosos los fenómenos raros que de tiempo en tiempo ofrece la naturaleza a la indagación y entretenimiento de los sabios”⁹⁵ haciendo un llamado sutil a las personas para no espantarse ante lo ocurrido el 14 de noviembre. Esto, también, podría verse como una invitación a salir de la ignorancia al decir que es la falta de conocimientos lo que no permite apreciar la verdad detrás del fenómeno.

Alzate continúa la explicación de la aurora citando el sistema de Mairan. Posteriormente Alzate aporta dos observaciones con el afán de ayudar al progreso de la física, como él mismo lo dice. La primera de ellas es sobre las manchas solares, menciona que desde el día 7 de noviembre se veían cinco manchas donde la más pequeña era de dos a tres veces el tamaño de la Tierra. La segunda aportación que hace es acerca de la luz zodiacal, de ésta menciona que hora y media antes de que se observase la aurora, la luz zodiacal se podía ver de manera clara, además, se extendía 40 grados del oeste sudoeste al nordeste, tal vez con esto pretendió reforzar el sistema de Mairan.

Prosigue retomando una reflexión de Musebroek acerca del temor que existe hacia algunos fenómenos naturales como los rayos que en comparación con enfermedades como las fiebres agudas es mayor, a pesar de ser estas últimas más dañinas para el ser humano por el número de vidas que toma. Con una posdata en la cual dice que él cree que la aurora debió de haberse visto en otras partes del mundo como Europa, Asia, Nuevo México, Sonora, California, entre otros Alzate termina su nota.

⁹⁴ El higrómetro es un instrumento utilizado para medir la humedad del aire.

⁹⁵ Alzate, A. (1831). Tomo I. p. 232.

**GACETAS
DE LITERATURA**

DE MEXICO:

POR

D. JOSE ANTONIO ALZATE

RAMIREZ,

SOCIO CORRESPONDIENTE

DE LA REAL ACADEMIA DE LAS CIENCIAS DE PARIS, DEL
REAL JARDIN BOTANICO DE MADRID, Y DE LA SOCIEDAD
BASCONGADA.

*Aurum alios capiat, merces mihi gratia
vestra.*

TOMO PRIMERO.



PUEBLA.

Reimpresas en la oficina del hospital de S. Pedro, á cargo del ciudadano
Manuel Buen Abad.

1831.

Digitized by Google

Figura 3: Portada del tomo I de la *Gaceta de Literatura de México* de Antonio Alzate y Ramirez.

1 de diciembre de 1789

El segundo en reportar la aparición de la aurora es un anónimo con su nota titulada “Discurso sobre la luz septentrional, que se vió en esta Ciudad el día 14 de Noviembre de 1789 entre 8 y 9 de la noche” que apareció en la *Gazeta de México* del día primero de diciembre de 1789.

Este anónimo al contrario de Alzate comienza su nota diciendo que la aurora causó conmoción y miedo en muchos habitantes de la ciudad, ya que es un fenómeno difícil de observar en zonas de baja latitud, como lo es la Ciudad de México. Con el objetivo de calmar a las personas menciona que la luz que se vio en el cielo es una aurora boreal, y que este fenómeno es bastante común en el norte de Europa.

Siete y treinta es la hora que él da como inició de la aparición de unos “rayos blanquizcos en forma de escoba que se fueron extendiendo poco a poco, y cargando hacia el Norte y Nordeste”⁹⁶ para tomar una forma semicircular de color rosado oscuro. Estas y otras características – su aparición después de la puesta del sol y en un tiempo sereno, la altura (por encima de las nubes) y la inclinación que tuvo hacia el occidente– son las que el anónimo toma en consideración para llegar a la conclusión de que las luces que se apreciaron en el cielo eran una aurora boreal.

Posteriormente menciona que Gasendo fue el primer astrónomo que dio a conocer este fenómeno con el nombre de aurora boreal por el parecido que tiene con el amanecer. Con este dato histórico del origen del nombre de la aurora boreal, prosigue a explicar cómo es que los físicos modernos las clasifican en resplandecientes o tempestuosas y tranquilas o pacíficas. A su vez las primeras se subdividen en grandes y completas mientras que las segundas se subdividen en regulares, irregulares e informes. Siguiendo esta clasificación inserta a la aurora del 14 de noviembre dentro de las pacíficas y regulares.

Con el afán de disipar el temor que causó esta aparición hace un breve recuento de las apariciones de las auroras boreales a lo largo del tiempo. Menciona que los filósofos antiguos como Aristóteles, Plinio, Plutarco, entre otros ya habían observado este fenómeno. También menciona que Mairan tiene un recuento de auroras vistas desde el siglo sexto d.c. hasta 1751 y que Paulian en su *Diccionario de Física* tiene el registro de algunas más hasta el año de 1779.

⁹⁶ León y Gama, A. (1789). p. 432.

Él argumenta que, así como hay muchas auroras registradas, hay también un buen número de auroras no registradas ya sea por falta de observaciones, porque el cielo estaba muy nublado o porque la luz de la luna opacaba a la luz de la aurora. Así que debido a esto no se han tenido noticias de otras auroras ocurridas en la Ciudad de México pero si se han registrado en la Ciudad de Puebla y en el Reino de la Nueva Galicia. De esta manera el anónimo dejó inconclusa su nota diciendo que la continuará y terminará en el siguiente número de la *Gazeta de México*.



GAZETA DE MEXICO

DEL MARTES 1 DE DICIEMBRE DE 1789.

México y Octubre 21.

EL Illmó. y Rmó. Sr. Dr. D. Fr. Rafael Joseph Berger, Obispo de este Nuevo Reyno de Leon, deseando hacer patente al Público su fidelidad hacia el Soberano difunto, determinó celebrar á expensas de su renta sus Exéquias en los dias 19 y 20 del corriente en la Iglesia Parroquial de esta Ciudad.

Llegados que fueron, mandó S. S. I. levantar un suntuoso Túmulo, el que se colocó baxo el cimborrio; cuya altura llegaba hasta la cornisa ó nacimiento de los superiores arcos de la bóveda; adornábanlo crecido número de luces y algunos enigmas que en varios poemas latinos y castellanos explicaban el unánime sentimiento de muchos Reynos por la pérdida de tan amable Monarca, y las virtudes que practicó en su vida. Coronóse con un rico coxín, en que se colocaron la Corona y Cetro, y perpendicularmente sobre él una araña de plata, en la que y otras quatro, todas de bella hechura, se pusieron 63 luces.

El dia 19 por la tarde, á las quatro y media, despues de haberse dado desde sus horas los dobles acostumbrados, y ocupados sus respectivos asientos la N. C. con su Presidente el Señor Gobernador de este Nuevo Reyno de Leon Coronel D. Manuel Vazconde, y un numero distinguido Concurso, salió S. I. haciendo de Preste, acompañado del Clero de esta Ciudad y fuera de ella, que hizo convidar para el mayor lustre de esta funcion, y tomando sus asientos, se dió principio á las Vísperas de Difuntos por una Capilla de los mas diestros Músicos del Obispado, y concluidas dixo la Oracion fúnebre latina el R. P. Guardián del Convento de S. Francisco Fr. Christoval Bellido Faxardo, dando con ella al auditorio una visible prueba de su fina literatura.

El 20 por la mañana á la hora regular, ocupando S. I. un Sitial de terciopelo negro, y los demas Cuerpos sus respectivos asientos, se comenzó la Misa por el Br. D. Alexandro de la Garza Cura de esta Capital, acompañado de dos Clerigos distinguidos; y acabada, predicó el Sermón el Sr. Provisor y Vicario general de este Obispado Lic. D. Pedro Joseph de Furundarena con igual eloquencia que el Orador antecedente.

Concluida la Oracion baxó S. I. acompañado del Clero á tomar asiento enfrente del Túmulo, y asimismo ocuparon quatro sillas en los ángulos de él otros tantos Párrocos; y habiendo entonado cada uno su Responso, y el último S. R. se dió fin á esta solemníssima funcion con la

Entre el 1 y el 22 de diciembre de 1789

José Francisco Dimas Rangel es el tercero en reportar la aurora boreal del 14 de noviembre con su trabajo *Discurso físico sobre la formación de las auroras boreales*⁹⁷. Este trabajo se publicó, en 1789, como folleto en la imprenta de los Herederos del Licenciado Don Joseph de Jauregui.

Rangel plantea que este meteoro⁹⁸ es muy frecuente en el polo septentrional –también llamado polo norte– o cerca de este. Después explica que la mayoría de las auroras tienen forma circular y son de color rojo encendido en el centro y opaco hacia la circunferencia, aunque, también se habían registrado otras auroras con formas como: ráfagas de luz, llamas, columnas de fuego, lanzas, dardos, entre otras. Prosigue explicando que en la antigüedad sólo los filósofos sabían que estos fenómenos eran originados por causas naturales, y no porque fueran deidades en batallas o presagios de desastres y muerte como todos los demás creían. Rangel menciona que a pesar de las numerosas apariciones de auroras boreales en Europa no es sino hasta 1716 que se empiezan a estudiar con más cuidado, y aun así todavía no se ha podido saber la causa por la cual se originan, ni la altura en la cual se forman. Algunos sabios como Euler, Mairan, Paulian y el abate Para han dado diferentes alturas de la formación de este meteoro que varían entre las doce y mil leguas.

Sobre el origen de las auroras boreales, Rangel hace un recuento y da una breve explicación de los diversos sistemas que en ese momento existen. El primero que menciona plantea que una aurora se forma debido a cuestiones ópticas, por tanto, la reflexión y refracción de la luz del sol y la luna, en las partículas de hielo que están en la atmósfera son las causantes de la formación de estas luces. El segundo sistema que menciona sugiere que las auroras se originan debido a las exhalaciones que forman los rayos y relámpagos, es decir, a las exhalaciones nitrosas, sulfúreas y bituminosas. Refuta esta explicación mencionando que si esta idea fuera correcta, entonces, las auroras tendrían que verse en cualquier lugar y a la misma altura en que se forman los rayos y relámpagos, cosa que no sucede. El tercer y cuarto sistema que expone es el de Mairan y Musebroek respectivamente.

⁹⁷ Sobre la fecha del trabajo puedo decir que salió entre el primero y el 22 de diciembre de 1789, ya que a pesar de que en el trabajo sólo aparece el año, el mismo Rangel dice al principio de su nota: “se me previno la idea de escribir un papel a este asunto y habiendo comenzado mi obra salió la primera noticia a 19 del mismo mes en la *Gazeta de Literatura* número 6, pero viendo que a su autor le fue preciso al ceñirse a su observación y no se me frustraba el intento la concluí al tiempo que salió la segunda noticia a 1 de diciembre, la qual quedó pendiente en la *Gazeta de México* número 44 y quise aguardar a que se concluyera para girar en quanto pudiera por distinto rumbo; mas viendo que de la mayor dilación se sigue el que salga extemporáneo mi discurso resolví darlo a la prensa”.

⁹⁸ Un meteoro es un fenómeno que ocurre en la atmósfera terrestre.

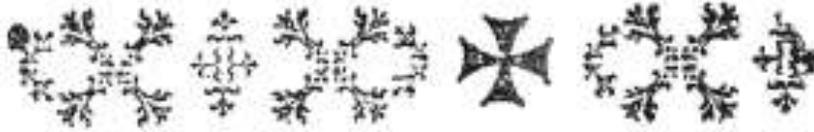
El quinto y último sistema que explica es el propio. Rangel propone que existe en la atmósfera una sustancia que se llama gas inflamable⁹⁹, cuya peculiaridad es que puede alcanzar grandes alturas. Se desprende de volcanes y minas de fierro, y cuando se incendia se forman las auroras boreales. Sobre el modo en el cual se incendia, Rangel sugiere que es debido a la electricidad.

A diferencia de Alzate o el anónimo, Rangel propone un dispositivo con el cual pretende comprobar su sistema y que otros también puedan comprobarlo. El aparato que propone consiste en un tubo de vidrio que esté sellado herméticamente y que, además, el aire dentro del tubo esté enrarecido. Para de esta manera tomar con una mano uno de los extremos del tubo mientras que el otro extremo se conecta “al conductor de la máquina eléctrica al punto se ve iluminarse lo interior de este tubo por toda su longitud... sólo con frotar el tubo con la otra mano o tomarlo con ella por la otra extremidad se reanima la luz, centelléa de tiempo en tiempo y dispara rayos de luz de un lado a otro, o en fin hacer efectos semejantes a los Aurora Boreal”¹⁰⁰. Notemos que la idea de utilizar la electricidad para encender el aire es fundamental, pues es gracias a ella que luz que semeja a la aurora puede formarse. Con esta propuesta de una aurora “casera” Rangel termina su trabajo.

⁹⁹ El gas inflamable es lo que hoy conocemos como hidrógeno.

¹⁰⁰ Téllez H. y J. Espinosa (2009). p. 209.

(I)



DISCURSO FISICO SOBRE LA FORMACION DE LAS AURORAS BOREALES.

*POR D. JOSEPH FRANCISCO DIMAS RANGEL.
Reloxero en esta Corte.*

CON motivo de la Aurora boreal que observamos á 14. de Noviembre del presente año de 89. me puse á registrar algunos libros que tratan de esta materia, pues aunque ya habia leído algo, como era cosa que no esperaba ver en este clima, jamás fixé la atención: despues reflexionando sobre las diferentes opiniones de los Autores en quanto al origen y formacion de este Metéoro, se me previno la idéa de escribir un papel a este asunto, y habiendo comenzado mi obra, salió la primera noticia á 19. del mismo mes en la Gazeta de Literatura num. 6. pero viendo que a su Autor le fue preciso el cesirse a su observacion, y no se me frustraba el intento la conclui, al tiempo que salió la segunda noticia á 7. de Diciembre, la qual quedó pendiente en la Gazeta de México num. 44. y quise aguardar á que se concluyera para girar en quanto pudiera por distinto rumbo, más viendo que de la mayor dilacion se sigue el que salga extemporaneo mi discurso, resolví darlo á la prensa. no siendo mi fin el competir, ni mucho menos alumbrar a los Sujetos instruidos, sino entretener un rato á los aficionados con las débiles producciones de mis cortos alcances.

Figura 5: Portada del folleto *Discurso Físico sobre la Formación de las Auroras Boreales* de Francisco Dimas Rangel.

22 de diciembre de 1789

El 22 de diciembre en la *Gazeta de México* el anónimo publica la segunda y última parte de su discurso sobre la aurora boreal del 14 de noviembre que había salido en el número anterior. Retomando donde se había quedado en su nota pasada, empieza mencionando las apariciones de las auroras en diferentes fechas y lugares de Europa de las cuales se tiene un registro. Respecto a América explica que se han visto algunas, pone como ejemplo la aurora del 4 de noviembre de 1602 que los tripulantes del navío de San Antonio de Padua observaron mientras navegaban de las Islas Filipinas a la costa de la Nueva España.

El hecho de que una aurora se observara en la Ciudad de México es para el anónimo una “prueba decisiva de que no está sujeta la visión de las Auroras a solas regiones cuyas latitudes exceden del grado 35, contra lo que asienta Mairan”¹⁰¹. Continúa mencionando que no sólo en el polo boreal o polo norte son visibles las auroras, sino que también aparecen en el polo austral o polo sur. La prueba de ello está en una carta que el Señor Ulloa mandó a Mairan en la cual le comenta a este sabio francés que en varios de sus viajes de navegación en los mares del sur ha visto estas luces.

Para el anónimo el haber mencionado todas estas apariciones de auroras en diferentes lugares tanto del polo sur como del polo norte es evidencia más que suficiente para afirmar que este fenómeno se puede observar en cualquier lugar de la Tierra. Además, de todos los registros que se tienen de estas luces en ninguno se hace mención de que causaran algún daño en las ciudades en las cuales fueron avistadas por lo que son “unas luces que alumbran y no queman”. Es decir, es un fenómeno inofensivo al cual no hay que temerle, solamente, por no ser visto con demasiada frecuencia o por no conocer las causas de su origen. Con esto este novohispano pretende dispersar el miedo que causó la aurora a los habitantes de la Ciudad de México al mostrarles que lo que vieron, ese día en el cielo, es sólo un fenómeno más de la naturaleza que ha aparecido desde hace tiempo y en diferentes lugares de la Tierra.

De esta manera pasa a explicar el origen de la aurora. Refiere dos sistemas, uno el de los físicos modernos –que siguen la idea de Franklin y por lo tanto del fluido eléctrico– y el otro el de Mairan –donde la atmósfera solar, la luz zodiacal y las leyes gravitación juegan un papel fundamental–. Hacia el final de su nota expresa que en otra ocasión seguirá hablando acerca de las auroras, que propondrá un nuevo sistema que esté basado en las reglas de la óptica y los principios de la física, y que hará ver que aceptando el

¹⁰¹ León y Gama, A. (1789). p. 446.

sistema de Mairan la aparición de las auroras no se limita a latitudes mayores a 35 grados. Agrega que mientras tanto espera que el autor de la *Gaceta de Literatura* trate de nuevo el tema de las auroras y que “dándonos, baxo de las misma demostraciones, un nuevo descubrimiento, que nos satisfaga, y convenza de la naturaleza admirable de este fenómeno”¹⁰².

8 de marzo de 1790

Aproximadamente tres meses después de que se publicó el artículo del anónimo en el cual al final invita a Alzate a que siga hablando de las auroras boreales, éste le responde con su artículo “Carta del autor de la *Gaceta de literatura* al anónimo que imprimió en las de Méjico números 44 y 45 un discurso sobre la Aurora boreal” que salió el 8 de marzo de 1790.

Alzate empieza dirigiéndose de manera muy cordial al anónimo mencionándole que está seguro que su artículo de la aurora, que salió en la *Gazeta de México*, fue con el objeto de aumentar el número de observaciones que se tienen registradas acerca de este fenómeno. Ya que es en base a las observaciones que la física puede avanzar pero que así como una correcta observación ayuda al avance, una incorrecta tiene el efecto contrario: el de atrasar.

De esta manera Alzate comenta que expondrá algunas reflexiones que ha hecho acerca del artículo del anónimo, ya que esta persona impugnó de manera directa e indirecta observaciones y corolarios que Alzate hizo acerca de la aurora. Por otro lado “porque este es el fin con que se imprime la *Gaceta de literatura*”¹⁰³, es decir, el de difundir los conocimientos y fomentar la discusión de algún tema en este caso la aurora boreal.

Son varias las críticas que Alzate hace. La primera es referente a la diferencia entre la elevación de la aurora dada por el anónimo y la reportada por Alzate (Alzate la sitúa a doce grados sobre el horizonte; el anónimo, a 21 grados). Otro punto que el presbítero crítica es la ubicación que este novohispano le da al pueblo de San Juan Teotihuacán, hacia el norte de la Ciudad de México, cuando según Alzate la ubicación correcta es al noreste de dicha ciudad. De esta manera el escrito del anónimo es cuestionado. Por ejemplo, cuando esta persona habla –en su artículo– de las posibles causas por las cuales

¹⁰² León y Gama, A. (1789). p. 447.

¹⁰³ Alzate, A. (1831). Tomo I. p. 301.

no se han observado otras auroras en la Ciudad de México menciona que puede ser “por haber acontecido cuando está el cielo cubierto con nubes” a lo que Alzate comenta “¿con qué otro material se nos cubre el cielo?”. También, cuando habla de la clasificación de las auroras y que dentro de las informes estas pueden adoptar formas como llamas, hachas, cabras saltantes, entre otras, Alzate comenta “pero si dan saltos, ¿cómo son permanentes?”. Esto refiriéndose a que más adelante el anónimo explica que la aparición de las luces boreales son permanentes y se mantienen quietas hasta que desaparecen. De esta forma Alzate continúa criticando el trabajo y exponiendo a su parecer los muchos errores que se cometieron, tantas fueron las equivocaciones que tiene el trabajo del anónimo, según Alzate, que éste termina por decir “¿Esto es escribir para ilustrar al público o para ocupar papel?”¹⁰⁴.

Antes de dar por finalizada su intervención Alzate hace algunas preguntas y comentarios al anónimo con cierto tono de reproche por el reto que éste le lanzó al final de su trabajo del 22 de diciembre; en el cual menciona que espera que el autor de la *Gaceta de Literatura* hable más acerca de la aurora. Es por esta razón que Alzate le lanza el reto al anónimo para que imprima lo más rápido posible su trabajo de las auroras boreales, en el cual aborde el sistema que había mencionado en su nota de la *Gazeta de México*. Cabe mencionar que Alzate hace una breve mención de Francisco Rangel Dimas cuando expone que el sistema propuesto por este criollo debe de apreciarse.

Termina el escrito diciendo que al conocer su potencial sabe que no puede dar una explicación acerca del origen de las auroras boreales. Que acepta su ignorancia respecto a este tema, cosa que no le avergüenza ya que como dice el astrónomo Pingre: “la respuesta ha sido la confesión de mi ignorancia sobre la naturaleza y causa del fenómeno”¹⁰⁵.

Entre el 8 de marzo y el 16 de agosto de 1790

Entre el 8 de marzo de 1790 y el 16 de agosto del mismo año¹⁰⁶ Antonio León y Gama publica en la imprenta de Don Felipe de Zúñiga y Ontiveros su trabajo *Disertación física*

¹⁰⁴ Alzate, A. (1831). Tomo I. p. 308.

¹⁰⁵ *Ibíd.*, p. 310.

¹⁰⁶ La fecha de publicación la enmarco entre el 8 de marzo y 16 de agosto de 1760 porque en el impreso no viene día, ni mes sólo año. Tuvo que haber sido publicado después del 8 de marzo, ya que Alzate no hace referencia en su nota “Carta del autor [...]” de este trabajo de León y Gama, al contrario lo incita a publicar su escrito para ver cuál es el nuevo sistema que está proponiendo y que había prometido desde el número 45 de la *Gazeta de México*. Fue antes del 16 de agosto, ya que ese día sale la contestación a este trabajo de León y Gama por parte de Alzate en la sección de Novedad Literaria de su *Gaceta de Literatura*.

sobre la materia y formación de las auroras boreales, que con ocasión de la que apareció en México y otros lugares de la Nueva España el día 14 de Noviembre de 1789. En este trabajo León y Gama ahonda en el tema de las auroras y su formación. Al parecer gran parte del trabajo estaba ya terminado cuando llega a manos de León y Gama la nota de Alzate del 8 de marzo de 1790. Se verá más adelante que León y Gama decide añadir un suplemento para contestar la crítica que Alzate hizo en el escrito antes mencionado, pues Antonio León y Gama es al anónimo que escribió las notas de la aurora en la *Gazeta de México*.

En la introducción, León y Gama menciona que la aurora que apareció el 14 de noviembre de 1789 causó temor y despertó la curiosidad de algunos estudiosos sobre el origen y formación de estas luces. Poco después dice “di una ligera idea en la *Gazeta de México* de 1 y 22 de Diciembre”¹⁰⁷ con esto se puede afirmar que el anónimo que escribió las dos notas antes mencionadas es Antonio León y Gama.

Continúa mencionando que el objetivo que tuvo al sacar las notas en la *Gazeta de México* fue calmar el temor que había ocasionado la aurora en las personas de la ciudad. Que dejó pendiente el escribir sobre la causa física por la cual se forma una aurora; tema que ha sido estudiado por varios sabios como Mairan en su obra *Tratado de la Aurora boreal*, y en la cual se basó para escribir la parte, de su folleto, del registro de observaciones de este fenómeno.

Prosigue expresando que dividió su trabajo en cuatro partes, nombra cada una de ellas y explica brevemente en que consiste cada una. La primera parte se titula “Diferencias que se observan en las Auroras boreales: propiedades y circunstancias de la materia de que se componen” en esta sección habla de las características de las auroras. Menciona a las auroras perfectas y sugiere que si se estudia el origen y formación de éstas, entonces, es relativamente fácil entender el origen y formación de los otros tipos de auroras, también da una descripción de la forma y el color que adoptan. Después habla de las auroras pacíficas y de las grandes, de las segundas menciona que, normalmente, son blancas pero que pueden llegar a tomar las tonalidades de verde, morado y azul mientras que las auroras pacíficas toman un color rojo.

Posteriormente toca el tema de la altura aparente o angular que pueden llegar a alcanzar las grandes auroras, que es entre 10 y 20 grados, dependiendo de la materia de la cual esté formada. Menciona que las auroras pacíficas se ubican a una altura menor, pero que ésta puede ir variando conforme pasa el tiempo. Gracias a la altura aparente los

¹⁰⁷ León y Gama, A. (1790). p. 1.

físicos realizan diversos cálculos trigonométricos, utilizando el método de Mairan o el método analítico de Mayer, para hallar la altura verdadera de la materia boreal. De la altura aparente pasa a hablar de la altura verdadera o elevación de la aurora, sobre esto expresa que son varias las alturas que se dan. Por ejemplo, el abate Para sitúa la aurora entre 10 y 12 leguas desde la superficie de la Tierra, pero la observada en Petersbourg, en 1730, alcanza las 47 leguas. Otra altura que menciona y sobre la cual, también, existen muchos valores es la elevación de la atmósfera terrestre. El abate Para la sitúa de 15 a 16 leguas mientras que Mairan y Cassini concuerdan en que sobrepasa las 500 leguas¹⁰⁸.

Pasa a explicar la materia de la cual está formada la aurora boreal. Menciona que esta materia es transparente ya que pueden llegar a verse las estrellas de la primera, segunda y tercera magnitud a través de ella, pero al mismo tiempo opaca la brillantez de éstas llegando al punto en el que a veces se ven del mismo color que la aurora. Cierra el tema de la materia, en esta sección, cuando menciona que “parece que con el tiempo ha ido creciendo esta materia, ó se han hecho frecuentes sus apariciones”¹⁰⁹. Continúa exponiendo los registros que se tienen acerca de las apariciones de las auroras, menciona que en el siglo pasado, el XVII, en lugares como Dinamarca o Rusia no se tenían registros de apariciones por lo que cuando se observó este fenómeno causó miedo y pánico entre los habitantes de aquellos lugares. Respecto a España menciona que las auroras eran fenómenos raros y cuando empezaron a aparecer con más frecuencia se les prestó un poco más de atención.

Termina esta primera sección explicando las condiciones en las que normalmente se observa este fenómeno, las cuales son en las estaciones de otoño e invierno, cuando el cielo está limpio y sereno y después de dos o tres horas de que se pone el sol. Claro que esto no implica que no se hayan observado en otras épocas del año.

La segunda sección se titula “Varias opiniones acerca de la materia de que se forma la Aurora boreal” como su nombre lo indica en esta sección León y Gama expone las teorías que explican la formación de las auroras boreales, menciona los sistemas de Halley, Mairan, Musebroek, Franklin y la idea de que debido a la reflexión de la luz se forman estas luces. Hacia el final de esa sección retoma el sistema de Mairan, con el fin de mostrar que la materia boreal –materia de la cual está formada la aurora– se encuentra en todos los lugares en los que se observa la aparición de la luz zodiacal. Como en la

¹⁰⁸ La legua, así como muchas otras unidades de medida eran valores que variaban dependiendo el país y la región. Según el diccionario del siglo XVIII de la Real Academia Española una legua legal equivalía a 5 mil varas o 15 mil pies, mientras que una legua común a 6776 varas y dos tercios o 20 mil pies. En el sistema mks (metro, kilogramo segundo) una legua se encuentra entre los 4 y 6 km aproximadamente.

¹⁰⁹ León y Gama, A., Op. Cit., p. 5.

Ciudad de México se ha visto esta luz, entonces, no sólo en lugares cuya latitud es mayor a 35 grados se puede apreciar una aurora.

“Varias noticias de algunos Lugares de este Reyno donde se vió la Aurora boreal la misma noche del día 14 de Nov. de 1789”, es la tercera parte que conforma este trabajo. Esta sección está formada por testimonios de personas en diferentes lugares de la Nueva España que vieron la aurora y que mandaron cartas a Manuel Antonio Valdés o a León y Gama. Algunas de estas personas son el cura de Papantla, Don Francisco Gutiérrez (Administrador de Correos del Real de Charcas), Don Bernabé de Cancela y Jerpe (Administrador de Correos de la Ciudad de Zacatecas) y Don Joseph Contreras Ibañez (habitante de Oaxaca); en base a estos testimonios León y Gama concluye que una misma aurora puede ser completa, grande o pacífica dependiendo del lugar en el cual se está haciendo la observación. Pues en los testimonios que recolectó se da cuenta que en un lugar se pueden ver ciertas características de la aurora, diferentes a las que se ven en otro lugar. La cuarta y última sección se titula “De la materia y formación de la Aurora Boreal” en esta parte León y Gama propone su propio sistema, el cual está basado en tres proposiciones:

- “1ª. La Aurora Boreal tiene su asiento superior á la Atmosfera de la Tierra.
- 2ª. La materia de que se forma es el Ether.
- 3ª. La variedad de colores con que se presenta, y la mas ó menos actividad de su luz depende de nuestra Atmosfera”¹¹⁰

Con el fin de probar su primera proposición, gran parte de esta sección la dedica a ver cuál es la verdadera altura de la atmósfera de la Tierra, es decir, hasta dónde llega la atmósfera terrestre desde la superficie de la Tierra. Para ello hace mención de dos métodos uno basado en la duración de los crepúsculos matutino y vespertino y el otro basado en observar la altura del mercurio en un barómetro. Sitúa entre 16 y 20 leguas la altura de la atmósfera. Para determinar la altura verdadera de la aurora que se observó el 14 de noviembre de 1789, León y Gama desarrolló una especie de triangulación. En la figura 6 se puede apreciar el diagrama que este criollo utilizó para calcular la altura verdadera de la aurora boreal.

¹¹⁰ León y Gama, A., Op. Cit., p. 15.

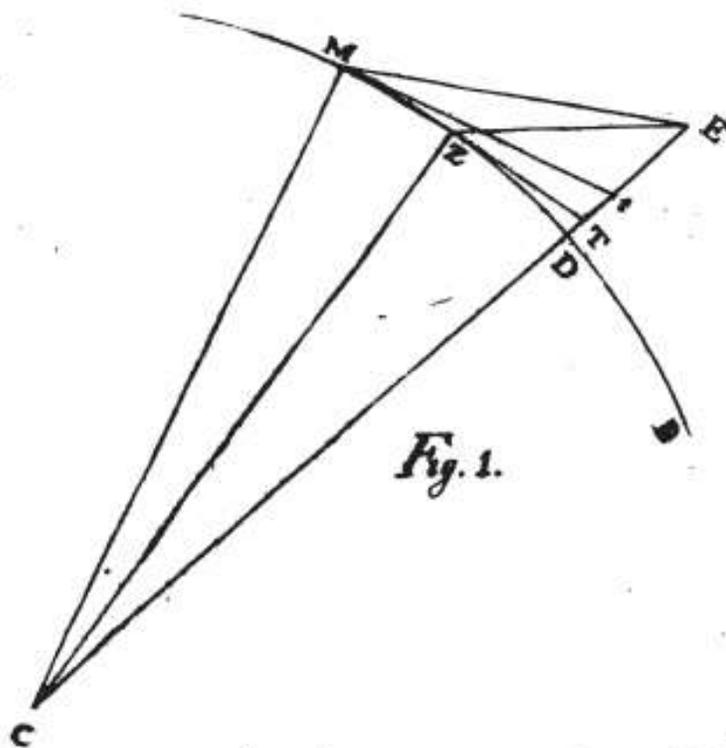


Fig. 1.

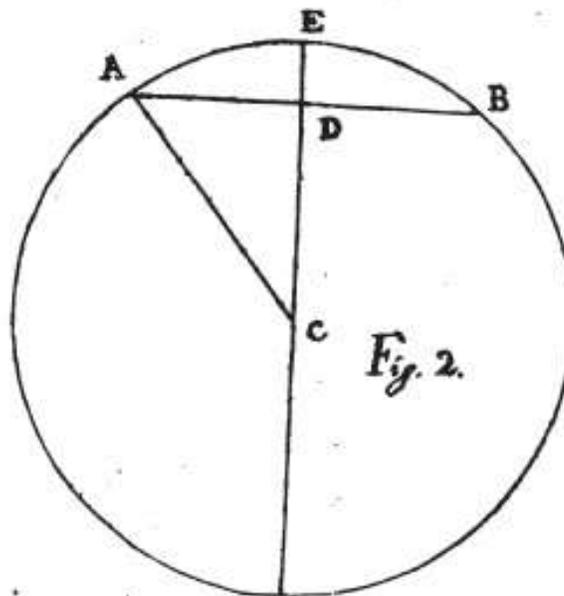


Fig. 2.

Figura 6: Figuras que aparecen en el folleto de *Disertación física sobre la materia y formación de las auroras boreales...* de Antonio León y Gama. La figura 1 es utilizada para calcular la altura verdadera de la aurora boreal. La figura 2 León y Gama la utiliza para responderle a Alzate sobre porque no se dividen en grados las saetas y las cuerdas.

La figura 1 que aparece en la imagen anterior es el diagrama que León y Gama utiliza para realizar el cálculo de la altura verdadera. La distancia representada por DE es esta altura, y para calcularla utiliza Mt y ZT (que son las tangentes que representan el horizonte de la Ciudad de México y de Zacatecas respectivamente), los ángulos EZT y EMt (que son las alturas aparentes de la aurora boreal vista en Zacatecas y en la Ciudad de México), CM y CZ (son los radios del centro de la Tierra a la Ciudad de México y Zacatecas respectivamente), CE (que es una secante indefinida) y los triángulos MCZ, MZE y CZE. Entonces, al resolver estos tres triángulos se determina DE. León y Gama encuentra que la altura verdadera de la aurora es de 104.5 leguas. Con esto prueba su primera proposición, pues 104.5 leguas (altura verdadera de la aurora) es mayor que 16 o 20 leguas (altura de la atmósfera terrestre), por lo tanto, este fenómeno acontece por encima de la atmósfera terrestre.

Para su segunda proposición sugiere que la luz es la materia del éter, y a su vez la materia etérea es el origen de las auroras boreales. Menciona que “mientras el Ether está en quietud, no se manifiesta la Luz; pero luego que por alguna causa se mueve, se forman las vibraciones que la hacen visible”¹¹¹ y el factor que genera este movimiento es la Luna. Para su tercera proposición plantea que el color de las auroras se debe a la interferencia de la atmósfera, ya que al estar la aurora por arriba de ésta, entonces, la luz al momento de viajar hasta nuestra vista se topa con la atmósfera y dependiendo de qué tan densa esté la atmósfera, la luz se descompone –por las reglas de la óptica– en algún color(es), que son los que apreciamos. Así termina la cuarta sección del escrito de Gama.

Al final agrega un suplemento en el cual explica que ya había terminado su *Disertación física...* cuando llegó a sus manos la nota que Alzate publicó el 8 de marzo de 1790 en la *Gaceta de Literatura*. En este suplemento León y Gama responde la crítica que su connacional le hizo. Primero habla de los ataques que Alzate realizó en contra de León y Gama como llamarlo ignorante en la geometría, óptica, entre otros. León y Gama menciona que decide no contestarle en el mismo estilo, ya que primero le debe respeto al carácter de Alzate, segundo porque León y Gama supone que Alzate no sabía que era él quien había escrito las notas de la *Gazeta de México* y tercero porque sería una pérdida de tiempo el responder “a futilidades que qualquiera podrá conocer solo con hacer un paralelo de mis escritos y los suyos”¹¹². De esta manera decide responder sólo dos cuestiones del escrito de Alzate.

¹¹¹ León y Gama, A., Op. Cit., p. 27.

¹¹² *Ibíd.*, p. 34.

La primera es sobre el valor de la elevación de la aurora con respecto del horizonte (21 grados) que León y Gama mencionó en su escrito pasado, ya que este dato discrepa mucho del dado por Alzate (12 grados), y por lo mismo este último ponía en duda la veracidad del valor obtenido por este criollo. León y Gama muestra que la diferencia de ascensión recta entre las estrellas Gama (tercera magnitud) y Beta (segunda magnitud) de la constelación de la Osa menor es de 7 grados y 27 min, que la materia densa que estaba cubriendo las estrellas tenía una elevación de 15 grados, y sumando estos dos cantidades da un total de 22 grados y 27 min con lo cual León y Gama afirma que “la Aurora boreal se elevó mas de 21 grados sobre nuestro horizonte”¹¹³.

La segunda cuestión es cuando Alzate en su descripción de la aurora boreal menciona que observó “que la saeta del segmento luminoso se elevó 12 grados... ví que la cuerda que subtendía el arco era de 38 grados”¹¹⁴. A esto León y Gama le responde que las líneas rectas como lo son las saetas y las cuerdas no se dividen en grados y que esto lo sabe “qualquier principiante en la Geometría”¹¹⁵. Cabe mencionar que para reforzar este argumento León y Gama hace mención de la figura 2 (la cual se puede apreciar en la figura 6). De esta manera es como León y Gama le contesta a Alzate la crítica realizada contra sus escritos del 1 y 22 de diciembre de 1789.

¹¹³ León y Gama, A., Op. Cit., p.35.

¹¹⁴ Alzate, A. (1831).Tomo I. p. 309.

¹¹⁵ León y Gama, A., Op. Cit., p. 36.

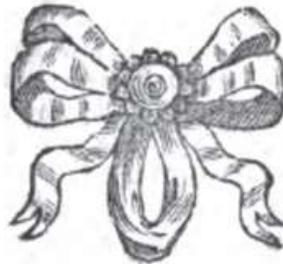
DISERTACION FISICA
SOBRE LA MATERIA Y FORMACION
DE LAS AURORAS BOREALES,

QUE

CON OCASION DE LA QUE APARECIÓ
EN MEXICO Y OTROS LUGARES
DE LA NUEVA ESPAÑA
el dia 14 de Noviembre de 1789

ESCRIBIÓ

D. ANTONIO DE LEON Y GAMA.



CON LAS LICENCIAS NECESARIAS.

MEXICO:

Por D. Felipe de Zúñiga y Ontiveros, calle del
Espíritu Santo, año de 1790.

Digitized by Google

Figura 7: Portada del folleto de la *Disertación física sobre la materia y formación de las auroras boreales, que con ocasión de la que apareció en México y otros lugares de la Nueva España el día 14 de noviembre de 1789* de Antonio León y Gama.

16 de agosto de 1790

El 16 de agosto de 1790 sale publicada la “Disertación (nombrada) Física, sobre la materia y formación de las auroras boreales...por D. Antonio de León y Gama &c.” en la sección de Novedad Literaria de la *Gaceta de Literatura*. En esta nota Alzate hace una reseña un tanto sarcástica del trabajo de León y Gama.

Alzate empieza explicando que en la *Gazeta de México* número 45 León y Gama había prometido un nuevo sistema acerca de la formación de las auroras boreales, este estaba expuesto en el trabajo de *Disertación física...* de León y Gama y que lo único que iba a hacer él como autor de la *Gaceta de Literatura* era describir la idea de su connacional para que fuera el público quien juzgase si ésta valía la pena o no. Es así como Alzate explica en pocas palabras, pero con un tono irónico, el sistema de León y Gama al mencionar que “El nuevo sistema pues, se reduce a decir que la luna, esta hembra juguetona, que alborota los mares diariamente, y hace en ellos travesuras..., conmoviendo en cierto modo al Ether, lo agita, pone en movimiento, ocasiona en él una especie de vibración, y hé aquí á nuestra aurora nacida de un estrujon”¹¹⁶.

Puede verse que este ilustrado no está de acuerdo con la explicación planteada por León y Gama, y al final de su nota lo recalca “Sistema por sistema, es preferible el publicado por Don Francisco Rangel”¹¹⁷. Con esto Alzate da por terminado su artículo. Dicho escrito es el último que salió en el año de 1790.

11 de enero de 1791

Este escrito del 11 de enero salió en la *Gaceta de Literatura*, y su autor es de nueva cuenta Alzate. En este artículo Alzate expresa que había sacado en su *Gaceta de Literatura* número 6 (19 de noviembre 1789) una nota en la cual daba cuenta de la aparición de la aurora del 14 de noviembre de 1789. La había terminado con una posdata en la cual decía que él creía que esa aurora, también, se debió de haber visto en otros lugares del mundo, entre ellos Europa. Pero León y Gama en su escrito del 22 de diciembre de 1789 manifestó que las auroras pacíficas, solamente, aparecían en lugares situados en un mismo meridiano y por lo tanto el fenómeno acontecido el 14 de noviembre no pudo haberse visto en Europa.

¹¹⁶ Alzate, A. (1831). Tomo I. p. 423.

¹¹⁷ *Ibíd.*, p.424.

Alzate transcribe algunos fragmentos del *Memorial literario de Madrid* en los cuales se menciona que en Barcelona se vio en la noche del 14 y madrugada del 15 de noviembre una aurora boreal. Con este dato, Alzate clama su victoria sobre León y Gama en el punto de si la aurora se vio o no en otros lugares. Posteriormente Alzate expresa que no ha respondido a la crítica que León y Gama le hizo en el suplemento de su trabajo, *Disertación física sobre la materia y formación de las auroras boreales*, porque un aplicado está trabajando en un escrito en el cual “hace visibles sus errores, su egoísmo y no se que otras cosas”¹¹⁸. Pronto veremos que este aplicado del que habla Alzate es Francisco Dimas Rangel.

La intervención de Alzate termina cuando éste menciona que León y Gama comenta sobre un fenómeno que ocurre en La Esmeralda, en el cual León y Gama supone que hay exhalaciones de color verde que hicieron que la aurora se viera opaca ante los habitantes de la Villa de Guadalupe. Alzate movido por la curiosidad fue a La Esmeralda a comprobar si efectivamente estas exhalaciones eran verdes y las recolectó en un botella, al principio se sorprendió al ver su botella de un color “verdioso”, como Alzate dice, pero cuando salió de ese sitio se dio cuenta que su botella era transparente, no había color. Con esto Alzate expresa que “Si los que intentan dar nuevos conocimientos se dedicasen a pasar a los lugares para observar, ya no serían tantas las noticias que con ligereza se imprimen y corren por el mundo”¹¹⁹.

22 de marzo de 1791

Finalmente, en la *Gaceta de Literatura* del 22 de marzo de 1791 se publica la “Carta de D. Francisco Rangel, al autor de la *Gaceta de Literatura*, que contiene varias reflexiones [sic] tocante al sistema de D. Antonio de León y Gama, y al pie de ellas ciertas notas de un anónimo” de Francisco Dimas Rangel, el aplicado del que habla Alzate. En este escrito Rangel le reclama a León y Gama el que no haya contemplado el sistema que él había propuesto, sobre la formación de las auroras, dentro de su *Disertación física de las auroras boreales*. Además, expresa que considera que si los sistemas “se pesasen ambos en la balanza de una crítica imparcial, tal vez no saldría muy ventajoso el suyo”¹²⁰, refiriéndose al sistema de León y Gama. Por esta razón Rangel menciona que ha decidido comparar su sistema y el de León y Gama para que así el público pueda decidir cuál de los dos es el más adecuado.

¹¹⁸ Alzate, A. (1831). Tomo II. p. 95.

¹¹⁹ *Ibíd.*, p. 96.

¹²⁰ *Ibíd.*, p. 146.

Expone los principios en los cuales se basa su sistema y el sistema de León y Gama. El primero es el relativo a la altura de la aurora; Rangel sitúa a la aurora en la atmósfera, mientras que León y Gama la ubica por encima de ésta. El segundo tiene que ver con la materia de la cual está formada este fenómeno; Rangel plantea que es el gas inflamable y León y Gama que es el éter. El tercero y último se refiere al agente que origina la aurora, por un lado Rangel considera que es la electricidad y por el otro lado León y Gama dice que es la luna.

Con los tres principios puestos en la mesa Rangel empieza a refutarlos. Del primero comenta que si la altura de la aurora estuviese por encima de la atmósfera, entonces, cuando se observan estas luces se tendría que ver que se mueven de este a oeste –ya que la Tierra está rotando de oeste a este–, como esto no se observa, entonces, las auroras son un fenómeno que suceden dentro de la atmósfera y no por encima. Además, Rangel critica el método por el cual León y Gama obtuvo la altura de la atmósfera y de la aurora, ya que considera que en el caso de la aurora son demasiadas las suposiciones que hace y que al ser suposiciones son datos que tienen errores, que por más pequeños que sean a la hora de hacer cálculos se vuelven significativos.

Del segundo principio plantea que si bien es cierto que el éter está mezclado con la atmósfera, también es cierto que existen en el interior de la tierra unas sustancias llamadas gases, y por lo mismo no puede refutar ni aprobar el hecho de que la materia de las auroras sea el éter o el gas inflamable, del que hace mención. Pero lo que si puede hacer ver es que: “un gaz inflamable veinte veces más raro que el aire que respiramos, puede subir hasta esta altura [260 leguas], ó ponerse en equilibrio con él”¹²¹. Es decir, Rangel argumenta que si bien el éter ya se encuentra en la atmósfera a la altura en que ocurren las auroras, el gas inflamable puede alcanzar, también, estas alturas, ya que al ser un gas enrarecido puede elevarse a grandes alturas si se toma en cuenta que mientras más enrarecido el gas más alto se puede elevar. Con esto Rangel refuerza su idea de que la materia de las auroras es el gas inflamable.

Del tercer principio, dice que él lleva mucha ventaja, ya que como hizo ver el gas inflamable puede llegar hasta la altura en la cual suceden las auroras donde es muy probable que se encuentre con el fluido eléctrico. Ocasionando que este gas inflamable se incendie “y encendidas tiñan el aire de aquel color rojo que manifiestan las auroras, y aun produzcan el humo que se ha notado en ellas”¹²². Luego agrega que el considerar que la luna así como produce las mareas, agita al éter y forma las auroras y otros fenómenos es

¹²¹ Alzate, A. (1831). Tomo II. p. 156.

¹²² *Ibíd.*, p. 157.

para él “degollarse con sus propias armas”¹²³. Argumenta que la influencia que causa la luna en las mareas es algo periódico, mientras que la aparición de las auroras es no periódico, entonces, no tiene mucho sentido que la luna sea la causante del movimiento del éter y por lo tanto de la formación de las auroras.

Rangel termina su intervención diciendo que está sorprendido que León y Gama “un hombre de instrucción nada vulgar”¹²⁴ haya planteado en su trabajo que la luna es la razón por la cual el éter se agite y forme las auroras. Con este escrito de Rangel, hasta donde sabemos, termina la discusión que hubo entre los tres novohispanos: Antonio León y Gama, Francisco Dimas Rangel y Antonio Alzate y Ramírez sobre el origen y la formación de las auroras.

Con esta intervención de Rangel terminó el debate sobre el origen de este fenómeno. En el siglo XVIII la actividad científica en Europa y en la Nueva España fue significativa, los estudiosos europeos y novohispanos se dedicaron no solo a instruirse de manera individual, sino a interactuar entre ellos con el fin de generar avances en el conocimiento, así como de difundirlo a todas las personas que fuera posible. Los debates fueron una de las formas en la que estos ilustrados buscaban cumplir con sus objetivos, ya que de esta manera discutían el fenómeno o método de investigación en cuestión y lo hacían público. En el caso del debate de la aurora boreal muchos fueron los sistemas que se plantearon para explicar el origen y formación de estas luces. Aunque la explicación más aceptada fue la propuesta por Mairan, no impidió que León y Gama y Rangel plantearan sus sistemas para explicar este fenómeno. Alzate por su parte apoyó el sistema de Mairan y cuando sus connacionales expusieron sus explicaciones, se inclinó por la propuesta de Rangel. Durante los tres años que duró el debate los tres criollos dieron sus argumentos sobre por qué la explicación dada por ellos era válida o debía de tomarse a consideración para explicar el origen y formación de una aurora boreal.

¹²³ Alzate, A. (1831). Tomo II. p. 158.

¹²⁴ *Ibíd.*, p. 158.

Conclusiones

En la noche del 14 de noviembre de 1789 apareció en el cielo de la Ciudad de México una aurora boreal. Debido al avistamiento de este fenómeno tres estudiosos –Antonio Alzate y Ramírez, Antonio León y Gama y Francisco Dimas Rangel– comenzaron a discutir sobre cuál es el origen y por qué se forma una aurora boreal.

Estos tres novohispanos son algunos de los actores del debate. Los tres fueron muy diferentes entre sí, no sólo porque tenían distinto nivel económico y una profesión diferente, sino por la figura pública que cada uno representa en el debate: el amateur, el crítico y el filósofo¹²⁵. El filósofo es aquella persona que intenta encontrar, describir y formular los principios generales de algún tema. Por esta razón León y Gama representa a esta figura. De los tres participantes él es quien tiene conocimientos más profundos sobre las auroras boreales, y propone un sistema que, además, de explicar el origen y formación de estas luces contiene ideas que los estudiosos de Europa no habían tomado en cuenta. Por ejemplo, considerar al éter como la materia de la cual está formada la aurora y la luna como el agente que da origen a este fenómeno.

El crítico por su parte tiene el objetivo de evaluar el trabajo del filósofo y hacer de esta crítica un acto público. Alzate representa este papel porque critica los escritos de León y Gama –no de manera muy profunda pues sus conocimientos del tema son limitados– y lo hace a través de su periódico haciendo pública su opinión. Además, incita a discutir el tema y llama a sus lectores a que juzguen y opinen acerca de los sistemas propuestos. Le interesa que el público se informe y participe para que de esta manera pueda formarse una opinión propia y salir de la ignorancia.

Por último, el amateur es un aficionado que no busca desentrañar un fenómeno o ahondar en el tema como el filósofo, ni pretende evaluar el trabajo de filósofo o del crítico; pero si busca participar de alguna manera. En este caso Rangel juega este papel. Este relojero posee conocimientos de varias áreas y aunque no es quien más sabe acerca de las auroras, participa y da su opinión e ideas con respecto al tema. No busca criticar los escritos que León y Gama o Alzate habían publicado. Él mismo lo dice en su *Discurso físico de las auroras boreales* “me previno la idea de escribir un papel...no siendo mi fin el competir, ni mucho menos alumbrar a los Sujetos instruidos, sino entretener un rato a los aficionados con las débiles producciones de mis cortos alcances”¹²⁶. Me parece que Rangel quiere que su participación sea reconocida por León y Gama y Alzate. En la

¹²⁵ Broman, T. (1998). pp. 123-150.

¹²⁶ Téllez H. y J. Espinosa. Op. Cit., pp. 203-204.

contestación que este relojero hace a la *Disertación física sobre la materia y formación de las auroras boreales* de León y Gama, Rangel le reclama el no haber considerado el sistema que él propuso sobre las auroras. Posiblemente la molestia de Rangel se deba a que él pensaba que estaba aportando algo y esa contribución no fue tomada en cuenta.

Estos tres criollos no fueron los únicos actores de este debate. La aurora boreal, las redes de comunicación que existían y la prensa, también fueron elementos importantes de esta disputa. La aurora boreal jugó un papel notable dentro de la discusión, ya que fue el primer actor que apareció y en torno a la cual se llevó a cabo esta disputa. Cabe mencionar que la razón por la cual estas luces llamaron la atención es porque este fenómeno es raro de apreciar en lugares de bajas latitudes, como la Ciudad de México. Las redes de comunicación internas (comunicación en la Nueva España) y externas (comunicación entre la Nueva España y Europa) fueron fundamentales porque a través de ellas los estudiosos podían comunicarse, obtener e intercambiar información y libros. Gracias a las redes internas que se formaron León y Gama pudo obtener diversos testimonios del avistamiento de la aurora en la Nueva España. Considero que tanto las redes externas como internas nos hablan del tipo de personas con las que se relacionaba este estudioso (curas, novohispanos, administradores de correos, estudiosos extranjeros, etc.), del alcance geográfico que tenían sus escritos (Zacatecas, Oaxaca, Europa), del tipo de público que lo leía, de la forma en la cual estos saberes ingresaban o circulaban en la Nueva España y lo que este estudioso leía y conocía (Newton, Wolfio, Gravesand, Lalande, La Caille, Musembroek, etc.).

La prensa, además, de ser uno de los actores fue, también, el medio en el cual se desarrolló el debate. En la Nueva España no existían lugares, como los cafés o salones en Europa, donde los estudiosos se juntasen a hablar, intercambiar ideas y debatir en público. Quizá, ante la falta de estos espacios la prensa fue una buena opción para imitar estos encuentros. Si también consideramos que la crítica debía de ser un acto público, entonces, la prensa parece el medio más viable para que se debatiera y se sometieran al escrutinio público las posturas de los participantes.

El objetivo del debate era explicar el origen y formación de las auroras boreales. Los tres criollos buscaban llegar a un acuerdo sobre cuál de los sistemas expuestos era el que esclarecía este fenómeno. Dentro de los objetivos personales tenemos que en los diferentes escritos publicados los tres criollos critican cómo y quién toma medidas, realizan cálculos y observaciones del fenómeno. Para los estudiosos el realizar correctas mediciones y observaciones del fenómeno implicaba poder avanzar en el conocimiento científico. Por esa razón ponían a discusión cuál era la metodología a seguir.

También podemos hablar de la defensa de los conocimientos generados en la Nueva España y de la defensa de la identidad cultural de los novohispanos. En Europa los conocimientos que provenían de esta colonia muchas veces eran despreciados. Una forma de refutar esa idea y mostrar que los novohispanos podían generar conocimiento era retomar los saberes de los indígenas, como ocurrió en el debate que Achim estudió. Otra forma fue realizar trabajos que se mandaban a estudiosos europeos, como lo hizo León y Gama al mandarle a Lalande sus cálculos sobre un eclipse. Esta disputa me parece un caso diferente. Los participantes no retoman los conocimientos de los nativos para explicar la aurora, y tampoco mandaron los escritos a Europa para su evaluación. Más bien, se utilizaron saberes de los europeos para generar sus sistemas y el alcance de la discusión fue la Nueva España.

Existe otro punto que es importante mencionar y que en otros debates fue un objetivo que estuvo presente: la utilidad de los trabajos, vista como bien común. Al ser esta idea un precepto central en la ilustración, los estudiosos procuraban que estuviera en sus escritos, ya que era importante que sus trabajos pudieran ser aplicados para el bienestar de los novohispanos. En varios debates que se llevaron a cabo en la Nueva España la utilidad era un componente que estaba presente. Un ejemplo claro de esto es el debate acerca del uso de las lagartijas en la medicina. Qué mejor forma de ver por el bienestar de los novohispanos que llevar a cabo una discusión para saber si la carne de las lagartijas puede o no servir como tratamiento médico contra el cáncer y la lepra. En el debate acerca del origen de las auroras boreales y en cualquier estudio de índole astronómico este punto no está presente. Saber cuál es la razón por la que este u otro fenómeno se observa en el cielo no beneficia en alguna manera a los habitantes de la Nueva España, sin embargo, sí aumenta su conocimiento y la cultura.

Me parece que este debate es un caso en el que se buscaba el entendimiento de un fenómeno natural a través de la razón para así poder comprender a la naturaleza y las leyes que la rigen. De hecho los estudios astronómicos de este periodo persiguen el fin de querer entender y describir la naturaleza por medio de leyes. Además, utilizar la razón para explicar un fenómeno ayuda a salir de esa minoría de edad de la cual hablaba Kant. Es decir, al empezar a pensar y analizar por cuenta propia se está retomando una tarea que en un inicio le correspondía al sujeto en cuestión. Pero que por comodidad había dejado que otros la realizaran por él, llevándolo así a una minoría de edad en la cual no era responsable de sí mismo. Entonces, comenzar a utilizar la razón significaba empezar a dejar atrás la fase en la que otros piensan por ti. En el caso de los novohispanos si se empieza a pensar sin la intervención del otro (España), ellos pueden liberarse de esa minoría de edad y del dominio ejercido por los españoles.

Este debate terminó de manera abrupta y sin que se llegara a un acuerdo sobre cuál de los sistemas presentados era el que explicaba el origen de este fenómeno. Hasta donde se sabe, el último trabajo que trata sobre la explicación de estas luces fue el escrito de Rangel del 22 de marzo de 1791. Las razones por las que Alzate, León y Gama o Rangel decidieron no seguir discutiendo acerca de este tema no se conocen. Lo más probable es que no tenían los conocimientos suficientes para explicar este fenómeno. Alzate apoyó la propuesta de Mairan (sobre la luz zodiacal) y la de Rangel. Dimas Rangel propuso un sistema basado en ideas de los estudiosos europeos, sin embargo, es importante notar que este criollo fue el único que, además, diseñó un dispositivo para generar una aurora “casera”. León y Gama por su parte introdujo ideas que no se habían considerado –como la influencia de la luna o el éter– pero que no convencieron a los otros dos participantes. Se había llegado a una especie de callejón sin salida.

Existen otros aspectos de este debate que podemos notar al observar el cuadro 1 –presentado en el capítulo III– que complementan lo que se mostró al identificar las partes de un debate. Notemos primero la rapidez con la cual los trabajos fueron publicados. Cuatro días después de que se avistó la aurora Alzate publicó su primer trabajo, diez días después salió el de León y Gama y en los veintidós días siguientes salieron otras dos publicaciones. Del 19 de noviembre al 22 de diciembre de 1789 vieron la luz cuatro estudios. En los dos años siguientes se publicaron tres y dos trabajos respectivamente. Considero que la rapidez de la producción de los trabajos se debe al impacto que causó la aparición de la aurora y al interés de los participantes en dar a conocer sus trabajos.

Además, es interesante notar el lenguaje y el tono que Alzate, León y Gama y Rangel empleaban para contestarse. El primero empleaba un tono seguro y un lenguaje sarcástico. Probablemente lo que buscaba al discutir de esa manera era promover la disputa. Sin embargo, cuando se dirigía a su público el tono se volvía cálido. Animaba y exhortaba a sus lectores a participar, informarse y a juzgar los escritos que se presentaban en su periódico. León y Gama por su parte al tener un carácter más serio utilizaba un tono tranquilo y seguro, y el lenguaje era formal. No se exaltaba por la manera en que Alzate le escribía y buscaba argumentar sus respuestas. Cuando se dirigía a sus lectores, también utilizaba el mismo tono y lenguaje. Por su parte, Rangel era una persona cuyo tono era cálido ya que reflejaba amabilidad; su lenguaje era formal y respetuoso. A pesar de que estuvo en desacuerdo con el sistema propuesto por León y Gama y que no le agradó que su sistema no fuera considerado, mantuvo en su lenguaje la formalidad a la hora de dirigirse, reclamar y criticar el escrito de León y Gama. Me parece que respetaba a Alzate y

a León y Gama porque estaba consciente de que su papel en el debate era el de un aficionado que quiere y puede participar.

Otro punto que es importante observar es el número de participantes. Sólo tres personas discutieron sobre el origen de estas luces. Por ser un fenómeno que se observó en varios lugares de la Nueva España, uno esperaría que más estudiosos hubieran participado; sin embargo, no fue así. Tal vez esto se deba a que los estudiosos eran pocos y por lo tanto su comunidad era pequeña. Además, que se recibieran testimonios del avistamiento de estas luces de fuera de la Ciudad de México pero no contribuciones a la discusión, considero, refleja el hecho de que en la capital era dónde se concentraban estos estudiosos. Si recordamos que en la Ciudad de México se encontraban instituciones como la Real y Pontificia Universidad, la Academia de Bellas Artes y el Colegio de Minería, entonces, que la concentración de estudiosos residiera en la capital no parece extraño.

También se puede ver la participación de los debatientes en función del número de intervenciones, la extensión de los trabajos vista como número aproximado de palabras en cada escrito, su reconocimiento social y el nivel de instrucción de cada participante. De los tres criollos Alzate cuenta con cuatro participaciones, después le sigue León y Gama con tres y hasta el último Rangel con dos intervenciones. A pesar de que Alzate fue quien más participó, fue León y Gama el que más escribió sobre la aurora, es decir, la extensión de sus trabajos es mayor. Rangel por su parte fue el que menor número de intervenciones tuvo pero escribió más que Alzate. Me parece que el hecho de que Alzate fuera el dueño de su propio periódico justifica que fueran más sus colaboraciones comparadas con las que tuvieron los otros criollos. Además, considero que esto, también, refleja los recursos que cada participante poseía tanto económicos como humanos. Económicos en el sentido de poderle pagar a una imprenta, como lo hicieron León y Gama y Rangel, para que se pudiera publicar su trabajo. Humanos visto como las conexiones que tenían con otras personas de tal manera que les pudieran ayudar a que sus producciones fueran publicadas. Por ejemplo, León y Gama era amigo de Manuel Valdés el editor de la *Gazeta de México* en la cual sacó sus dos primeras intervenciones.

De los tres participantes quien posee mayor instrucción en el tema que nos concierne es León y Gama, pues en sus escritos utiliza geometría, trigonometría, leyes de la gravitación, óptica, aritmética, etc. Además, hace mención de varios de los sistemas propuestos por los europeos y de los métodos que se utilizan para calcular la altura de la atmósfera y de la aurora. Rangel no solamente es el segundo más preparado, sino también es el más creativo, pues fue el único que diseñó un dispositivo con el fin de recrear una aurora. En el siglo XVIII, la astronomía no era ciencia en la cual se pensara en

diseñar experimentos con el fin de recrear el fenómeno, mucho menos de medirlo. Esto debido a las condiciones que se necesitan para que ocurra algún fenómeno astronómico, por ejemplo, un eclipse. Por esta razón considero que la aurora “casera” que Rangel propone es un reflejo del manejo de conocimientos –por ejemplo de la electricidad y los gases– que este criollo posee. Alzate por su parte a pesar de ser el personaje con mayor reconocimiento social tiene conocimientos menos profundos que los de Rangel. Este criollo se basa en la mención de los sistemas de los europeos y las observaciones que él hace. Además, León y Gama es la segunda figura pública más reconocida, mientras que el relojero ocupa el tercer puesto.

Por último hay una cuestión que es importante notar. Podría llegar a parecer que la discusión se desarrolla entre León y Gama y Alzate, mientras que Rangel es dejado de lado. Porque el primero nunca hace mención de haber leído los trabajos de Rangel, y se centra en contestarle a Alzate los ataques que este realiza en su contra. Sin embargo, considero que este relojero sí participa en el debate, pues a pesar de que las intervenciones de este criollo son pocas, sus aportaciones son importantes. El presbítero menciona el sistema de Rangel, se pronuncia a favor de su sistema, le hace promoción en su nota del 11 de enero de 1791 cuando menciona que hay sujeto que publicará un trabajo en el que expone los errores del sistema de León y Gama y, además, en su *Gaceta de Literatura* publica el último escrito de Rangel. Esto me parece es una prueba de que las intervenciones de este criollo sí son tomadas en cuenta.

El debate acerca del origen y formación de las auroras boreales fue una discusión entre muchas otras que se dieron en la Nueva España. La aparición de este fenómeno en 1789 permitió, además, de observar un espectáculo de la naturaleza, dar pie a una discusión en la cual los debatientes plantearon y defendieron sus sistemas o ideas acerca de la formación de estas luces. La importancia de este debate para la historia de la ciencia está en que permite observar la formación de conocimientos científicos en la ciencia mexicana del siglo XVIII. Se reconstruyó el debate que se dio acerca del origen de las auroras boreales y al hacerlo se notaron aspectos acerca de la conformación de la comunidad científica, las redes de comunicación que se establecían dentro y fuera de la colonia y que permitían el intercambio y la adquisición de conocimientos, la forma en la cual se participaba y los recursos con los se contaba para hacerlo. Además, considero que una aportación importante de esta discusión es que es un ejemplo de cómo los temas que tienen que ver con la astronomía no cumplían con aspectos, como la utilidad o la defensa de la identidad cultural, que muchos trabajos de esa época buscaban.

Bibliografía

Aceves, P. (1987). "La difusión de la ciencia en la Nueva España en el siglo XVIII: la polémica en torno a la nomenclatura de Linneo y Lavoisier". *Quipu*. Vol. 4. Núm. 3. pp. 357-385.

Achim, M. *Debates Ilustrados y participación política en el México del siglo XVIII*. Fecha de recuperación: Julio 14 2014, Universidad Autónoma Metropolitana Cuajimalpa. Sitio web: <http://www.20-10historia.com/articulo8.phtml>

Achim, M. (2008). "Debates científicos y verdades públicas en el México del siglo XVIII" en C. Illades y G. Leidenberger (Coords.), *Polémicas intelectuales del México moderno*. Universidad Autónoma Metropolitana Cuajimalpa-Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. México.

Achim, M. (2008). *Lagartijas medicinales. Remedios americanos y debates científicos en la Ilustración*. Universidad Autónoma Metropolitana Cuajimalpa-Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. México.

Arias, C. y C. Fernández (1985). "La Ciencia Mexicana en el Siglo de la Luces" en Trabulse E., *Historia de la Ciencia en México Siglo XVIII*. Conacyt-Fondo de Cultura Económica. México.

Broman, T. (1998). "The Habermasian Public Sphere and Science in the Enlightenment". *History of Science*. Vol. XXXVI. pp. 123-150.

De la Guerra, L. (1959). *Memorias Tenerife (Tenerife en la segunda mitad del siglo XVIII). Cuaderno IV. Años 1780-1791*. Fecha de recuperación: agosto 18 2014, El Museo Canario. Las Palmas. Sitio web: <http://mdc.ulpgc.es/cdm/ref/collection/MDC/id/65437>

De Mairan, J. (1733). *Traité Physique et Historique de L'Aurore Boréale*. Fecha de recuperación: marzo 21, 2015, De L'Imprimerie Royale. Paris. Sitio web: <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k950768/f1.image>

Eather, R. (1980). *Majestic Lights. The Aurora in Science, History and the Arts*. American Geophysical Union. EU. pp. 47-64.

Florescano, E. y M. Menegus (2000). "La época de las reformas borbónicas y el crecimiento económico (1750-1808)" en Bernal I. et al, *Historia General de México*. El Colegio de México. México.

Gacetas de Literatura de México (1831). Tomo I. Fecha de recuperación: agosto 18 2014, Reimpresas en la oficina del hospital de S. Pedro. Puebla. Sitio Web: http://books.google.com.mx/books?id=Ps5pQHuxUhEC&printsec=frontcover&dq=gacetas+de+literatura+antonio+alzate&hl=es&sa=X&ei=n3DyU8aeG_CK8gHH24GIBA&ved=0CCsQ6AEwAw#v=onepage&q&f=false

Gacetas de Literatura de México (1831). Tomo II. Fecha de recuperación: agosto 18 2014, Reimpresas en la oficina del hospital de S. Pedro. Puebla. Sitio Web: http://books.google.com.mx/books?id=u_FZL6s9_LUC&pg=PA493&dq=gacetas+de+literatura+tomo+II&hl=es&sa=X&ei=pmXyU6-KFOHq8QGzzYDgAw&ved=0CCcQ6AEwAg#v=onepage&q&f=false

Galindo S. y D. Galindo (2010). "An 18th century glow discharge experiment to model an aurora". *American Journal of Physics*. Vol. 78. Núm. 9. pp. 902-904.

García, B. (2004). "La época colonial hasta 1760" en Escalante P. et al, *Nueva historia mínima de México*. El Colegio de México. México.

Gazeta de México (1789). Tomo III. Núm. 44. Fecha de recuperación: agosto 18 214, Hemeroteca Digital de la Biblioteca Nacional de España. Sitio web: <http://hemerotecadigital.bne.es/issue.vm?id=0004528870&search=&lang=es>

Gazeta de México (1789). Tomo III. Núm. 45. Fecha de recuperación: agosto 18 214, Hemeroteca Digital de la Biblioteca Nacional de España. Sitio web: <http://hemerotecadigital.bne.es/issue.vm?id=0004529056&search=&lang=es>

Gazeta de México (1799). Tomo IX. Núm. 28. Fecha de recuperación: agosto 14 2014, Hemeroteca Digital de la Biblioteca Nacional de España. Sitio web: <http://hemerotecadigital.bne.es/issue.vm?id=0004543875&search=&lang=es>

Gazeta de México (1802). Tomo XI. Núm. 19. Fecha de recuperación: agosto 14 2014, Hemeroteca Digital de la Biblioteca Nacional de España. Sitio web: <http://hemerotecadigital.bne.es/issue.vm?id=0004549586&search=&lang=es>

Gonzalbo P. (Coord.) (2005). *Historia de la Vida Cotidiana en México. Tomo III El siglo XVIII: Entre Tradición y Cambio*. El Colegio de México-Fondo de Cultura Económica. México.

Hankins, T. (1988). *Ciencia e Ilustración*. Siglo Veintiuno de España Editores. España.

Humboldt, A. (1822). *Ensayo Político sobre el Reino de la Nueva España. Tomo I*. Fecha de recuperación: noviembre 28 2014, En casa de Rosa, gran patio del Palacio Real y calle de Monttensier. Paris. Sitio web: http://books.google.com.mx/books?id=xwwWAAAAYAAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Jáuregi, L. (2004). "Las Reformas Borbónicas" en Escalante P. et al, *Nueva historia mínima de México*. El Colegio de México. México.

Kant, I. (1784). *Contestación a la pregunta: ¿Qué es la Ilustración?*. Editorial Taurus. México.

León y Gama, A. (1790). *Disertación física sobre la materia y formación de las auroras boreales que con ocasión de la que apareció en México y otros lugares de la Nueva España el día 14 de noviembre de 1789*. Fecha de recuperación: agosto 18 2014, Imprenta de D. Felipe de Zuñiga y Ontiveros, calle del Espíritu Santo. México. Sitio web: <http://books.google.com.mx/books?id=aTU4NdTN9yMC&printsec=frontcover&dq=inauthor:%22Antonio+de+Le%C3%B3n+y+Gama%22&hl=es&sa=X&ei=J2vyU46DMOeg8QGnmIlgCw&ved=0CCYQ6AEwAg#v=onepage&q&f=false>

Manrique, J. (2000). "Del barroco a la Ilustración" en Bernal I. et al, *Historia General de México*. El Colegio de México. México.

Márquez, P. (1832). "Biografía de Don Antonio Gama" en Bustamante C. (Editor), *Descripción Histórica y Cronológica de las Dos Piedras que con Ocasión del Nuevo Empedrado que se está formando en la Plaza Principal de México se hallaron en ella en el año de 1790* (2da ed.). Fecha de recuperación agosto 27 2014, Imprenta del Ciudadano Alejandro Valdés. México. Sitio Web: http://books.google.com.mx/books?id=h1BTAAAcAAJ&pg=PR4&pg=PR4&dq=biografia+de+don+antonio+gama+carlos+maria+Bustamante&source=bl&ots=hE6MmaH0hL&sig=Zil3BB9YUTz30HtwR3Xiv1qOyw&hl=es&sa=X&ei=9CX-U8z9O8_-yQS32ILQBg&ved=0CBsQ6AEwAA#v=onepage&q=biografia%20de%20don%20antonio%20gama%20carlos%20maria%20bustamante&f=false

Moreno, M. y M. López (2008). "Experimental Chemistry in Mexico at the end of the XVIII century. Comments on the *Discurso físico sobre la formación de las Auroras Boreales*, by José F. Dimas Rangel, 1789". *Boletín de la Sociedad Química de México*. Vol. 2. Núm. 2. pp. 63-66.

Moreno R. *La Historia Antigua de México de Antonio León y Gama*. Fecha de recuperación: agosto 28 2014, Sitio web: <http://www.ejournal.unam.mx/ehn/ehn07/EHN00706.pdf>

Moreno, R. (1980). *Obras. I.-Periódicos. José Antonio de Alzate y Ramírez*. Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Moreno, R. (1986). *Ensayos de historia de la ciencia y tecnología en México*. Universidad Nacional Autónoma de México. México. pp. 73-110.

Moreno, R. (1986). "Astronomía mexicana del siglo XVIII" en M. Moreno (Comp.), *Historia de la Astronomía en México*. Fondo de Cultura Económica. México.

Moreno, R. (1970). "Ensayo biobibliográfico de Antonio León y Gama". *Boletín del Instituto de Investigaciones Bibliográficas*. México. pp. 43-135.

Moreno, R. (1994). *Ciencia y Conciencia en el siglo XVIII Mexicano. Antología*. Universidad Nacional Autónoma de México. México. pp. 9-26.

Morton, J. (1967). "The Aurora and Enlightenment. Eighteenth-Century Explanations of the Aurora Borealis". *Isis*. Vol. 58. Núm. 4. pp. 491-503.

Piña, E. (1994). *Los Relojes de México*. Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco. México. pp. 93-117.

Rudwick, M. (1988). *The Great Devonian Controversy. The Shaping of Scientific Knowledge among Gentlemanly Specialists*. The University of Chicago Press. Chicago y Londres.

Saladino, A. (2001). *El sabio José Antonio Alzate y Ramírez de Santillana*. Universidad Autónoma del Estado de México. México.

Sauter M. (2003). "Clock Watchers and Stargazers: Berlin's Clocks Between Science, State and The Public Sphere at the Eighteenth Century's End". *Centro de Investigación y Docencia Económicas*. Número 26.

Sierra J., L. Urbina, P. Henríquez y N. Rangel (Comp.) (1985). *Antología del Centenario (1800-1821). Volumen segundo*. Consejo Nacional de Fomento Educativo-SEP. México.

Télliz H. y J. Espinosa (2009). "La astronomía teórica novohispana: Francisco Dimas Rangel y la aurora boreal de 1789". *Relaciones*. Vol. XXX. Núm. 117. pp. 183-210.

Toribio, M. (1912). *La imprenta en México (1539-1821). Tomo I*. Fecha de recuperación: septiembre 21 2014, Impresa en casa del autor. Chile. 1ra edición facsimilar (1989). UNAM. México. pp. 187-189. Sitio web: <http://books.google.com.mx/books?id=jQzLqhO8OewC&pg=PR187&lpq=PR187&dq=jose+francisco+dimas+rangel&source=bl&ots=00uuWJPQTx&sig=a6tEhJJ51NT9c2epCeK2OjwITKo&hl=es&sa=X&ei=ooA9U6yRBilsQTkp4GYBQ&ved=0CDsQ6AEwAw#v=onepage&q=jose%20francisco%20dimas%20rangel&f=false>

Trabulse, E. (1984). *El círculo roto*. Fondo de Cultura Económica. México.

Vázquez M, J. Vaquero y J. Curto (2006). "On the connection between solar activity and low-latitude aurorae in the period 1715-1860". *Solar Physics*. Vol. 238. Núm. 2.

Venturini, T. (2010). "Diving in magma: how to explore controversies with actor-network theory". *Public Understanding of Science*. Vol. 19. Núm.3. pp. 258-273.

Zerella, M. (1789). *Tratado General y Matemático de Reloxería*. Fecha de recuperación: agosto 18 2014, Imprenta Real. Madrid. Sitio web: <http://books.google.com.mx/books?id=>

CGp7OlzY3qAC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false