

Comunicar la diversidad del quehacer astronómico a partir de las controversias

Facundo Rodriguez

Resumen

En este trabajo elegimos, a modo de ejemplo, tres controversias que permiten mostrar los debates que se dan al interior de las comunidades astronómicas y en los diálogos de éstas con la sociedad. A partir de la narración y el análisis de los conflictos en torno a la materia oscura, la categorización de Plutón y la instalación del Telescopio de Treinta Metros buscamos explicitar cómo la Astronomía puede ser comunicada como un terreno de disputas y así dar una imagen más realista de esta ciencia.

Palabras clave

Ciencia y medios; Ciencia y Sociedad; Estudios sociales de la ciencia y la tecnología

DOI

<https://doi.org/10.22323/3.04020203>

Fecha de recepción: 20 de febrero de 2021

Fecha de aceptación: 12 de abril de 2021

Fecha de publicación: 18 de noviembre de 2021

Introducción

Los fundamentos para comunicar ciencia pueden ser diversos, al igual que las maneras de hacerlo. Entre ellos, podemos destacar los argumentos de John Durant [1990, p. 10] quien, desde un punto de vista cultural, afirma que la ciencia “agrega una dimensión extra a nuestra experiencia cotidiana y provee visiones profundas sobre la condición humana”. También, con una mirada política, sostiene que las cuestiones científicas y tecnológicas forman parte de los problemas por resolver por una democracia y que la calidad de ésta depende de la comprensión de los problemas por parte de la ciudadanía y señala que “la democracia es siempre difícil, pero sin un nivel mínimo de comprensión pública de la ciencia, debemos cuestionarnos si ésta es siquiera posible” [Durant, 1990, p. 10].

Otra razón que nos impulsa a reflexionar sobre qué ciencia comunicar y cómo hacerlo es el proceso de crecimiento en el que se encuentra la comunicación pública de las ciencias tanto en instituciones públicas como privadas. Según Ana María Vara [2015, p. 167]:

“El periodismo científico en la Argentina, así como en varios países de América Latina, está en una etapa de profesionalización, con una comunidad de practicantes bastante consolidada y con una identidad definida, además de una creciente oferta de formación y capacitación y un promisorio desarrollo en el ámbito de la investigación en distintas instituciones”.

En los medios masivos de comunicación, tal como señalan los resultados de Antonio Mangione [2021], hay una prevalencia de noticias que priorizan los resultados por sobre los procesos llevados a cabo en las investigaciones científicas. En este contexto, aparece casi como necesario encontrar otras formas de comunicar en las que el conocimiento científico se muestre como una construcción social y en las cuales sea también tenido en cuenta el quehacer de los científicos como productores de ese conocimiento y en diálogo con la sociedad.

Este proceso de profesionalización y los sesgos en su comunicación pueden evidenciarse, en particular, en la comunicación de la Astronomía. En esta área ha habido un importante crecimiento producto del incremento de practicantes especializados y lugares específicos de trabajo en diferentes instituciones (por ejemplo, surgimiento de oficinas de comunicación en varios observatorios, institutos y universidades), sumados a que algunos fenómenos han captado recientemente la atención de diversos sectores de la población, de agentes educativos y de promoción de la ciencia y la tecnología. Esto logró importantes repercusiones de esos eventos, por ejemplo, en las redes sociales.¹ Sin embargo, aun estos acontecimientos que pueden llegar a tener cierta masividad, interés público y cobertura de los medios, muchas veces son comunicados sólo como sucesos concretos y espectaculares, siendo que pueden ser excelentes oportunidades para abrir el diálogo y dejar al descubierto muchos otros aspectos de la actividad científica vinculados directa o indirectamente a dichos eventos astronómicos. El principal objetivo de este artículo es brindar algunos elementos para afrontar la comunicación de la Astronomía a partir de las controversias que la involucran, tanto al interior de su comunidad, como en su diálogo con la sociedad.

Las controversias han sido destacadas para profundizar en las conexiones sociales y, en particular, en los estudios sobre la construcción del conocimiento desde una perspectiva social, Según Latour [2008, p. 167]:

“el relevamiento de controversias científicas respecto de cuestiones de interés debería permitirnos renovar de arriba abajo la escena misma del empirismo y, por lo tanto, la divisoria entre ‘natural’ y ‘social’” [Latour, 2008, p. 167].

Además, las controversias han sido abordadas por su potencialidad en la enseñanza de las ciencias [por ej, Rando y Pellegrini, 2018, y los trabajos allí citado] y hasta se han utilizado en actividades de popularización de la ciencia [por ejemplo, Revuelta y col., s.f.]. Éstas nos permiten plantear una relación entre científicos y el público en torno a una temática en particular y, así, evidenciar las posiciones, asimetrías, intereses, estrategias y actitudes que están presentes al

¹Entre estos fenómenos, se pueden destacar los eclipses de Sol de los últimos años que pudieron observarse en el Cono Sur, para los cuales se prepararon numerosas actividades, charlas, workshops y generaron una intensa actividad en las redes sociales. Un ejemplo de esto último son los hashtag de instagram #eclipse2018 y #eclipse2020, con más de 40000 publicaciones cada uno.

dialogar sobre un tema. También cobran importancia en su tratamiento el contexto cultural en el que se producirá el intercambio y si el diálogo es posible más allá de las diferentes posturas en torno a la controversia planteada, lo que puede ser posibilitado o no, según la interfaz utilizada en el proceso de comunicación/diálogo.

A continuación, describiremos qué entendemos como controversia sociocientífica para luego tratar algunos ejemplos en Astronomía. Estos ejemplos fueron elegidos de manera tal de reflexionar sobre diferentes aspectos de la construcción del conocimiento y cómo ésta se produce socialmente mediante debates que pueden darse principalmente al interior de la comunidad científica o con mayor participación del resto de la sociedad. La diversidad temática y de debates que encarnan las controversias expuestas intenta ejemplificar cómo, a pesar de estar vinculados a la Astronomía, son muy diferentes los temas, quiénes intervienen y las metodologías llevadas a cabo en las disputas. Por lo tanto, cada una de las controversias presenta desafíos comunicacionales muy diferentes. Consideramos importante aclarar aquí que, si bien indagaremos sobre la potencial relevancia de la estrategia propuesta, no lo haremos en función de alguna interfaz en particular. Principalmente, porque entendemos que esta propuesta general debe ser adecuada a cada situación comunicativa. Centraremos nuestro texto en los argumentos que permiten dialogar en torno a cada controversia más que en la interfaz en la que este diálogo se concretará.

Controversias en ciencias

Cuando delimitamos la categoría de controversia sociocientífica, lo hacemos pensando, tanto en aquellas que surgen al interior de la producción científica, como así también en los procesos sociales en que actores no expertos cuestionan y afectan con sus acciones públicas la decisión de actores expertos. Denominamos a ambas como controversias sociocientíficas porque aún en aquellas que se dan al interior de la comunidad astronómica no puede negarse que, siendo el conocimiento un producto social, directa o indirectamente está presente la relación ciencia-sociedad (por ejemplo: mediante el financiamiento o, en general, los recursos disponibles para llevar a cabo las investigaciones y/o la legitimidad que se le otorga a quienes llevan a cabo ciertos estudios). Siguiendo a Kolstø [2001], podríamos definir de manera breve a las controversias sociocientíficas tratadas como desacuerdos relacionados con las evaluaciones divergentes de varios actores (por ejemplo, la ciudadanía, la prensa y/o quienes investigan) sobre la validez o la fiabilidad de afirmaciones relacionadas con ciencia.

Las controversias que se dan hacia el interior de la comunidad científica son aquellas en las que quienes participan de la controversia se relacionan directamente con la producción de conocimiento científico (ya sea de una o varias áreas), y que la disputa tiene consecuencias metodológicas en cuanto a cómo se produce dicho conocimiento. Para analizarlas, es necesario identificar a los agentes intervinientes y de qué manera lo hacen, para poder establecer cómo inicia, se desarrolla y clausura. Entre quienes han estudiado estas controversias, podemos mencionar algunos como: Mazur [1981], Markle y Petersen [1981a] y Markle y Petersen [1981b], H. M. Collins [1975], Engelhardt Jr. y Caplan [1987] y Brante [1993]. En particular, rescatamos lo que señala H. Collins [1985, p. 14] respecto de estas controversias:

“El conocimiento que emerge de un core set [núcleo duro compuesto por quienes participan de una controversia] es el producto de un argumento que puede haber tomado muchas formas no percibidas, normalmente, como pertenecientes a la ciencia. Todas esas ‘tácticas de negociación’, he sugerido, son intentos por romper las replicaciones de los experimentadores. Algunas tácticas ‘no científicas’ deben ser empleadas porque los recursos que provienen sólo del experimento no alcanzan. [...] Sin embargo, el producto de estas negociaciones, esto es, el conocimiento certificado, es en todo sentido ‘conocimiento científico correcto’. Es conocimiento replicable.”

También agrega que en estas controversias lo que es considerado “prueba” para algunos miembros de la comunidad científica no lo es para otros. Este autor propone centrar la mirada en los grupos particulares y opuestos que constituyen el “core set” de una controversia y analizar las estrategias que despliegan en el intento de imponer su postura al resto de la comunidad científica. Habiendo realizado variados estudios de casos, Collins y Pinch [1998] establecieron que las controversias clausuran cuando un grupo logra imponerse sobre otro.

Al irse legitimando el campo de la comunicación pública de la ciencia y las agencias de periodismo científico, tanto en el país como a nivel global y tanto en entidades públicas como privadas, se suma un actor que cobra visibilidad en las controversias científicas: la prensa especializada en estas temáticas. Este actor, con sus propias características e intereses puede tener un rol de mayor o menor importancia en las controversias y, por lo tanto, analizar su participación permite profundizar la descripción de las disputas planteadas y, al mismo tiempo, explicitar cómo se desdibujan los límites entre la comunidad científica y el resto de la sociedad, aún en las controversias que se dan al interior del campo científico.

Consideramos que comunicar controversias científicas, en particular controversias astronómicas, según el marco de análisis anteriormente descrito nos permite enfocarnos en los procesos de construcción del conocimiento científico de una manera crítica, resaltar su carácter social y las múltiples agencias que intervienen en su producción y, también, construir una postura crítica hacia la comunicación pública de la ciencia, dado que es un agente más interviniente en las disputas. Esto implica otro abordaje, ya que no es claro cómo puede ser abordado este contenido a partir del diálogo o con un modelo más cercano al etnográfico contextual que al de déficit. Estos son los casos en los que las asimetrías presentes en el diálogo entre personas expertas y no expertas deben ser tenidas en cuenta.² De todas maneras, consideramos que estas asimetrías pueden ser superadas intentando contactar investigadores (mejor aún si son locales) para que cuenten y brinden herramientas sobre la controversia, también se puede pensar en profesionales no sólo ligados a las áreas de estudios de la controversia, sino también de estudios sociales de la ciencia que puedan completar o contextualizar en cuanto a la historia, filosofía, sociología, según la controversia.

²Si el lector está interesado en profundizar en un análisis de los modelos de comunicación pública de la ciencia recomendamos: *Del déficit al diálogo, ¿y después?: una reconstrucción crítica de los estudios de comprensión pública de la ciencia* de Cortassa [2010] y *Cuando saber menos es mejor que saber más: reflexiones en torno a los límites en la producción y diseminación del conocimiento* de Vara [2012], en particular, su introducción, donde se presentan las principales críticas al modelo de déficit y autores que las abordan.

Por otro lado, los procesos sociales que cuestionan la ciencia permiten establecer una relación con el resto de la sociedad, en la cual esta última toma un rol activo. Además, este tipo de disputas explicitan una característica típica de las sociedades contemporáneas que, según Beck [1998, p. 29], son “sociedades del riesgo”; es decir, dominadas por “problemas y conflictos de reparto de la sociedad de la carencia son sustituidos por los problemas y conflictos que surgen de la producción, definición y reparto de riesgos producidos de manera científico-técnica.”. Es importante tener en cuenta, en este contexto, que, como mencionan Douglas y Wildavsky [1983] entre otras consideraciones, “diferentes personas se preocupan por diferentes riesgos”. A esto, Vara [2012] agrega que “este clima de incrementada ansiedad ante los riesgos científico-tecnológicos y la extendida percepción acerca de la incapacidad para controlarlos [...] es un ineludible telón de fondo detrás de los fenómenos de resistencia a la tecnología actuales, que corresponde reconocer.”

Las controversias pueden ser abordadas también desde el punto de vista de las prácticas políticas, en particular, teniendo en cuenta el repertorio contencioso. Este último es el “conjunto de formas de actuar y de pensar disponibles en cada sociedad” [Castro y Arqueros, 2018].

Tal como ya fue planteado, nuestro objetivo principal es el de proveer de un marco de análisis que tome en cuenta las discusiones actuales en el seno de la comunicación pública de la ciencia. Es un desafío hacerlo en el marco de las controversias (tanto ligadas a la política contenciosa como a las que se producen al interior de la producción científica). Teniendo en cuenta que toda controversia tiene al menos dos posturas (pero pueden ser más) y que una de las motivaciones es mostrar esa diversidad, optamos por construir un relato de cada uno de los marcos contenciosos para, luego, analizar sus potencialidades comunicacionales.

A continuación, presentaremos el relato de cada una de las controversias elegidas.

Materia oscura, la materia desconocida

Uno de los grandes desafíos de los estudios cosmológicos contemporáneos es establecer qué es la materia oscura. En este contexto, se han producido intensos debates que aún no han sido cerrados sobre la existencia y la naturaleza de esta materia.

La discrepancia entre las observaciones y los modelos físicos produjo el surgimiento de la idea de que podría haber un tipo de materia cuyas características son muy diferentes a las de la que forma los planetas, estrellas, galaxias, etc. Además, esta materia se evidencia a gran escala, es decir, en las investigaciones que se realizan dentro del sistema solar o, individualmente, de las estrellas que componen nuestra galaxia, no es necesario incluir a la materia oscura [Rodríguez, 2016].

Ya en 1877, a partir de observaciones de nebulosas, Angelo Secchi afirmó que podía haber masas oscuras desperdigadas en el espacio. Esta idea fue retomada en los estudios posteriores en los que se hacía uso de la fotografía astronómica. En muchos casos se asociaron regiones oscuras a la posible presencia de materia oscura en la línea de la visión. Si bien esto no es el concepto que tenemos actualmente de materia oscura, este tipo de ideas inspiraron e influyeron en las concepciones actuales.

Una de las primeras aproximaciones al concepto actual de materia oscura fue dada por Kelvin [1904]. A partir de la idea de que las estrellas de nuestra galaxia podían ser descritas como un gas de partículas que actúan bajo la influencia de la gravedad, estableciendo una relación entre el tamaño y la dispersión de la velocidad de las estrellas. Los resultados de esta investigación dieron origen a la primera mención al término de materia oscura, realizada por Poincaré [1906], quien afirmó que, dada la dispersión de velocidades predicha, la cantidad de materia oscura (*matière obscure*, en el francés original) debía ser del mismo orden de magnitud de la observada. Sin embargo, pocos años después Ernst Öpik [1915] propuso un modelo para el movimiento de las estrellas en la galaxia que permitía afirmar que era poco probable que existieran grandes cantidades de materia oscura.

En la década de 1920, nuevos trabajos sobre la estructura de la Vía Láctea volvieron a señalar la posible existencia de materia oscura [Jeans, 1922; Kapteyn, 1922; Lindblad, 1926]. Los cuales fueron continuadas la década siguiente tanto para nuestra galaxia como para otras galaxias y cúmulos de galaxias [Lundmark, 1930; Hubble y Humason, 1931; Oort, 1932; Smith, 1936; Zwicky, 1937]. Estos trabajos comenzaron a establecer que las cantidades de materia oscura eran muy superiores a las de la materia observada. Hasta ese momento, si bien se realizaban estimaciones de las cantidades de materia oscura, lo que se tenía en mente eran estrellas dobles, material nebuloso o meteórico que no podía ser observado o como una adecuada extrapolación de la función de la masa estelar [Bertone y Hooper, 2018]. El concepto de materia oscura permaneció difuso durante muchos años y fue retomado con fuerza en la década de 1970, donde iniciaría un debate aún más intenso.

Desde la década de 1930, se podrían determinar las denominadas curvas de rotación, es decir, cómo varía la velocidad de las estrellas en función de la distancia del centro de las galaxias. Se esperaba que si la materia estaba asociada a la luz que observábamos, debería haber más concentración en el centro de las galaxias a ir disminuyendo a medida que aumentaba la distancia al centro por lo tanto la velocidad de las estrellas también debía disminuir a medida que aumentaba la distancia al centro [puedeencontrarseunamejordescripciónen Rodríguez, 2016]. Sin embargo, los resultados no eran claros debido a las limitaciones instrumentales. Al mejorar las técnicas e instrumentación para obtener dichas curvas pudieron hacerse estudios más concluyentes. En particular, en la publicación de Rubin, Thonnard y Ford Jr. [1978] se mostró que las curvas de rotación eran planas. Las interpretaciones de esto podían ser diversas, entre ellas, fallos en observaciones reflexiones sobre la Teoría General de la Relatividad o que había grandes cantidades de materia que no emite radiación y que contiene a las galaxias.

Desde ese momento, la hipótesis de que la masa faltante consiste en partículas desconocidas ha ido ganando apoyo como para convertirse en una parte esencial del modelo cosmológico actual [Mo, van den Bosch y White, 2010]. Sin embargo, las otras opciones tampoco han sido descartadas.

Con respecto a los fallos en las observaciones, se hicieron muchos intentos con el objetivo de encontrar la materia perdida. Entre ellos podemos mencionar la búsqueda de objetos compactos (menos luminosos que las estrellas observadas pero del mismo material). A pesar de la realización de grandes proyectos observacionales, se llegó a la conclusión de que no hay una cantidad suficiente de

objetos compactos como para que éstos reemplacen a la materia oscura [por ejemplo, Milsztajn y Lasserre, 2001; Tisserand y col., 2007].

En el marco de las hipótesis que proponían que se debía repensar la Teoría General de la Relatividad, surgieron ideas que aún persisten que plantean modificaciones en algunas leyes de la Física, por ejemplo, el marco Teórico denominado MOND (*Modified Newtonian dynamics*) [Milgrom, 1983b; Milgrom, 1983a] y, más recientemente, los trabajos de Famaey y McGaugh [2012], Skordis [2009], entre otros. Estas líneas de investigación, luego de décadas de desarrollos, pueden reproducir algunos de los resultados observacionales como las curvas de rotación de las galaxias y la correlación entre la velocidad de rotación de éstas y su masa. Sin embargo, presentan dificultades para explicar, por ejemplo, el Universo temprano y la dinámica de los cúmulos de galaxias. Además, principalmente debido a la complejidad de su implementación, todavía no han logrado suficiente consenso como para erradicar la idea de que existe una materia no luminosa que se encuentra en grandes cantidades en el universo.

Por otro lado, la idea de que hay grandes cantidades de materia que no emite radiación e interactúa sólo gravitacionalmente ha ido ganando cada vez más aceptación en la comunidad científica debido a una gran variedad de resultados que pueden ser interpretados en ese sentido. Uno de ellos es que los cúmulos de galaxias (agrupaciones de hasta cientos de galaxias que se encuentran ligadas gravitacionalmente) contienen grandes cantidades de gas caliente que emiten rayos X. Debido a sus altas temperaturas, las observaciones sugieren que el cúmulo en su conjunto está embebido en un halo de materia oscura que retiene el gas [por ejemplo, Clowe y col., 2006].

Uno de los resultados más sorprendentes en torno a la existencia de materia oscura son los predichos justamente a partir de la Teoría de la Relatividad. Estas predicciones realizadas por Einstein al proponer la Teoría anticipaba que la masa genera desviaciones en la trayectoria de la luz y que, si las masas son suficientemente grandes, estos efectos deberían ser perceptibles generando un fenómeno similar al de la luz atravesando una lente. A esto se lo denominó 'efecto de lentes gravitacionales' y si estas grandes cantidades de materia transparente existía, debía observarse este fenómeno. Sorprendentemente, para las personas más escépticas a esta idea, estos efectos se observan y muestran un gran acuerdo con la teoría [por ejemplo, Walsh, Carswell y Weymann, 1979; Hewitt y col., 1988].

En la actualidad también las simulaciones numéricas [por ejemplo, Klypin y col., 2016; Nelson y col., 2017] proveen una gran cantidad de información acerca de la formación y evolución de los halos de materia oscura. Además, estas ayudan a entender cómo las galaxias se forman, crecen y evolucionan en el interior de estas agrupaciones de materia oscura y cómo sin ella no es posible obtener una distribución de materia similar a la del universo observado.

Hasta aquí luego de esta breve reseña de cómo surgió y se estableció la idea de la materia oscura puede padecer que es una controversia que casi ha clausurado. Sin embargo, aún no se ha podido establecer qué partículas podrían conformar esta materia. Se han postulado muchos candidatos pero ninguno (ni sus mezclas) explican aún las cantidades y propiedades necesarias según los modelos más aceptados actualmente. Entonces, esta controversia sigue sin clausurar y con líneas de trabajo en paralelo. Hay quienes suponen su existencia y continúan los estudios

del universo, quienes intentan encontrar qué partículas podrían conformarla y quienes niegan su existencia y proponen modelos teóricos en los que esta materia no sea necesaria.

Más allá de la vigencia de esta discusión, de los años que lleva abierta y de la gran cantidad de personas trabajando en varias líneas en diferentes países, son escasas las comunicaciones que la muestran con cierta profundidad a la diversidad de participantes, actividades y acciones involucrados en su estudio. Esto puede deberse principalmente a que la discusión se desarrolla en el interior de la comunidad científica. Por lo tanto, el principal reto de la Comunicación Pública de las Ciencias es el de mostrar a un público más amplio que se está dando un debate en torno a cómo estaría compuesto nuestro universo.

Un ejemplo en el cual se presentó un diálogo de diferentes posturas respecto de la materia oscura fue en una mesa redonda de la 58^o Reunión Anual de la Asociación Argentina de Astronomía denominada “Materia oscura vs. gravitación modificada”. Las posturas expuestas pueden encontrarse resumidas en Abadi [2016], Landau [2016] y Romero [2016]. Es importante notar que este diálogo estuvo pensando para una comunicación hacia el interior de la comunidad astronómica y no hay muchas experiencias similares que no estén destinadas a esta comunidad. Aún son escasas las actividades de comunicación pública de la ciencia que aborden este tema con dinámicas de diálogo/conversación/debate y un lenguaje que pueda captar la atención de un público más amplio. En este sentido, es destacable el proyecto transdisciplinario en torno a la materia oscura en el cual, a partir de un proceso de diálogo entre el astrofísico Jaime Forero-Romero, el artista Kunchul Kim y la historiadora Lucía Ayala se realizaron una propuesta artística, charlas y exposiciones en las cuales confluyen las diferentes trayectorias [Rodríguez Morató y Santana Acuña, 2017].

Al ser una controversia entre personas expertas, probablemente el primer paso para pensar cómo comunicarla sea plantearse cuál es la importancia de hacerlo. Y, en particular, cuál es la relevancia que puede tener para quienes no investigan en el área. Una respuesta sencilla puede ser que la discusión se da en torno a la comprensión del Universo y que demuestra que aún no podemos explicar un importante porcentaje de su composición. Es decir, que es probable que, a partir de esta controversia logremos ampliar nuestra comprensión del universo. Sin embargo, al no ser algo que interpele directamente a otros ámbitos no científicos, es necesario pensar la comunicación de manera de evitar caer en prácticas propias del modelo de déficit como la mayoría de las que se producen acerca de la materia oscura hoy en día. Dado que probablemente el público no experto no podrá establecerse directamente en un diálogo acerca de este tema, pueden aprovecharse recursos tales como la gran cantidad de personas que trabajan en las diferentes líneas de investigación que pueden contar en primera persona qué investigan y cómo lo hacen. Si bien esta parece una idea simple, es necesario pensar interfaces que posibiliten un diálogo con estas personas más allá de los formatos de comunicación lineal cómodos para quienes investigan. Otros recursos que pueden ayudar en sentido son los videos basados en las simulaciones computacionales, las imágenes de galaxias, los gráficos interactivos sobre los diferentes modelos del universo, etc. Representa una ventaja el hecho de que estos recursos existen, pueden ser atractivos gráficamente y probablemente sólo sea necesario adaptarlos para dialogar con un público más amplio que el científico. Lo anterior puede complementarse con actividades que indaguen en las inquietudes y saberes de

diferentes públicos acerca del universo (por ejemplo, utilizando redes sociales o actividades que partan de una participación de los públicos) y, a partir de darle voz a las personas no expertas, adaptar las estrategias comunicacionales, interfaces y actividades propuestas.

Plutón el electoral

En 2006 Plutón dejó de ser un considerado un planeta y, si bien puede decirse que esta fue la principal controversia que protagonizó, desde su descubrimiento hasta la actualidad ha generado múltiples polémicas.

A partir de las perturbaciones de la órbita de Urano, se predijo la órbita de Neptuno y esto llevó a su descubrimiento. Este proyecto estuvo impulsado por Urbain Le Verrier [1848]. Más allá del éxito de esa empresa, al analizar la órbita de ambos planetas, se postuló que debía haber otro planeta más que estaba perturbando a Urano.

En 1906 comenzó la búsqueda del denominado 'Planeta X', liderada por Percival Lowell. Para 1909, principalmente él y William H. Pickering habían sugerido varias coordenadas para este noveno planeta [Hoyt, 1976] que fueron utilizadas para su búsqueda hasta 1916, año en el que falleció Lowell y el proyecto fue interrumpido.

En 1929 fue retomada por el nuevo director del Observatorio Lowell, Vesto Melvin Slipher, quién delegó esta tarea a Clyde William Tombaugh. Éste, luego de una exhaustiva tarea, en 1930 realiza el anuncio del Planeta X. Una vez descubierto, era necesario nombrar a este planeta. Se propusieron muchos nombres de los cuales se seleccionaron tres para ser sometidos a votación entre los miembros del Observatorio Lowell: Minerva, Cronos y Plutón. Siendo Plutón, el nombre propuesto por una estudiante de Oxford llamada Venetia Burney, el que recibió todos los votos [Croswell, 1997].

Rápidamente la noticia del noveno planeta y su nombre llegaron a todos los rincones del planeta y quedó establecido, haciendo honor a su nombre, como el señor de los confines de nuestro sistema planetario.

Aunque permaneció como el noveno planeta del sistema solar hasta 2006, mientras más información se obtenía de él, se fueron reduciendo sus dimensiones. Primero se calculaba que su tamaño sería aproximadamente el de nuestro planeta, para 1950 Gerard Kuiper estimaba que sería similar a la Marte, en 1976 los estudios realizados por Dale Cruikshank, Carl Pilcher y David Morrison indicaban que no podía tener más de un 1 % de la masa de nuestro planeta [Cruikshank, Pilcher y Morrison, 1976] y, finalmente, a partir de los estudios de su satélite Caronte se determinó que su masa es de aproximadamente 0.2 % de la de la Tierra [Christy y Harrington, 1978]. Estos datos llevaron a descartar que este pequeño planeta pudiera ser el responsable de perturbaciones en la órbita de Urano. Con los avances en las mediciones de las órbitas y masas de Neptuno y Urano se concluyó que en realidad el Planeta X no existió como tal [Standage, 2000]. Diversos estudios posteriores han señalado que el descubrimiento de Plutón fue simplemente por ubicarse en las coordenadas predichas para el Planeta X y no por ser ese supuesto cuerpo [por ejemplo, Standish, 1993].

La controversia en torno a la clasificación de Plutón como planeta fue profundizándose en la década del 1990 con el descubrimiento de varios objetos

(Ceres, Vesta, Palas y Juno) que poseían un tamaño similar a Plutón y no eran considerados planetas. Esto sugería que Plutón podría ser un cuerpo más del cinturón de Kuiper. Algunos centros de comunicación de la ciencia, tales como planetarios y museos, comenzaron a discutir si no debía quitarse de las representaciones del Sistema Solar. En 1999 el director del Centro de Planetas menores del Observatorio Astrofísico Smithsoniano, Brian Marsden, propuso su inclusión en el catálogo de cuerpos menores [Marsden, 1999]. Y, aunque esta idea no fue aceptada por la Unión Astronómica Internacional, algunos planetarios comenzaron a dejar de considerarlo como planeta en sus explicaciones. Un ejemplo de esto último se dio en el planetario Hayden de Nueva York, que en el año 2000 presentó su modelo a escala de nuestro sistema solar que no incluía a Plutón, es decir, con sólo ocho planetas [Tyson, 2001].

En los primeros años del nuevo milenio, con el Quaoar [M. E. Brown y C. A. Trujillo, 2004] y Sedna [M. E. Brown, C. Trujillo y D. Rabinowitz, 2004], ambos más lejanos que Plutón y con masas menores que este, comenzó a insistirse en la necesidad de discutir una definición más precisa que permitiera discernir entre planetas y estos cuerpos menores. Mientras tanto, Plutón seguía siendo considerado un planeta.

Con una abierta discusión acerca de por qué Plutón era considerado un planeta y, entonces, cuál era la definición que lo sustentaba, en 2005 ocurrió un nuevo descubrimiento: Eris [M. E. Brown, C. A. Trujillo y D. L. Rabinowitz, 2005]. Este objeto estaba más allá de Neptuno, al igual que Plutón, pero, a diferencia de los descubrimientos anteriores, tenía una masa superior a la del noveno planeta. Por lo tanto, para muchos éste debía ser considerado como el décimo planeta. Hacia el interior de la comunidad astronómica no había consenso al respecto. Muchos consideraron que este era el momento oportuno para dejar de considerar a Plutón como planeta.

Habiendo claramente varias posturas, cada una con diferentes argumentos acerca de por qué Plutón debía ser considerado un planeta o reclasificado no se lograba un consenso. Esto producía, a su vez, conflictos en la clasificación de los nuevos descubrimientos.

Para poder zanjar la discusión, en 2006, la Unión Astronómica Internacional decidió tratar el tema en la Asamblea Regular de ese año, para tomar una decisión al respecto. Esta se llevó a cabo entre el 16 y el 24 de agosto en Praga. Una descripción de lo sucedido día por día desde el punto de vista de uno de los participantes de la asamblea puede encontrarse en el blog de Gonzalo Tancredi [2006].

La Unión Astronómica Internacional presentó un borrador de propuesta que priorizaba el conservar a Plutón como planeta pero, por lo tanto, hacía que se incluyeran tres nuevos cuerpos en esa definición: Ceres, Caronte y Eris. Sin embargo, Gonzalo Tancredi y otras personas que participaban de la reunión comenzaron a comunicarse y a acordar otra propuesta, logrando presentar un documento en desacuerdo con la propuesta oficial, firmado por participantes de diversos países.

Mientras se llevaba a cabo la Asamblea y se conformaban las posturas, la prensa comenzó a relevar estas posturas y a mostrarlas a través de entrevistas a

participantes que estaban a favor de cada una de ellas. Prensa de todo mundo y, en particular, la especializada en ciencia siguió el proceso por el impacto que tendría la decisión tomada ya sea agregando planetas o cambiando de categoría a Plutón.

Luego de los primeros días, se conformó una propuesta alternativa preparada por los astrónomos uruguayos Gonzalo Tancredi y Julio Ángel Fernández con apoyo de muchas personas de la asamblea. En esta nueva propuesta el Sistema Solar tendría ocho planetas y Plutón y otros cuerpos se catalogarían como Planetas Enanos.

Con las dos propuestas presentadas y aunque se les realizaron algunas modificaciones, se dieron debates sin que ninguna lograra imponerse por sobre la otra, se decidió tomar la decisión mediante la votación en la asamblea general. Como era una decisión científica, sólo aquellas personas que participaban de la asamblea y eran miembros de la Unión Astronómica Internacional, un total de 2409. Luego de intensas discusiones, el 24 de agosto se decidió que habría tres categorías de objeto: planetas, planetas enanos y cuerpos menores.³ Para la categoría de planetas es tan importante su masa para adquirir una forma redonda como para constituirse en el objeto dominante de su región, habiendo limpiado de remanentes de la formación del sistema planetario. De esta manera, Plutón dejaría de ser un planeta para ser considerado un planeta enano conjuntamente con Ceres y otros.

Desde 2006 hasta la actualidad, si bien Plutón es oficialmente considerado como Planeta Enano, esta controversia parece no haber sido totalmente clausurada. Se siguen esgrimiendo algunos argumentos de los planteados antes de la votación, por un lado, y, además, desde el punto de vista geofísico está creciendo y siendo ampliamente usada otra definición de planeta: un cuerpo cuya masa es menor que la de las estrellas, nunca ha sufrido fusión nuclear (que es lo que caracteriza a las estrellas) y tiene suficiente gravedad propia para asumir una forma esferoidal adecuadamente descrita por un elipsoide triaxial, independientemente de cómo es su órbita [Yanes, 2019]. Esta acepción incluiría a Plutón y hasta a algunos satélites. Es importante tener en cuenta que esto, además de renovar la discusión, muestra un contrapunto entre personas cuya tarea se enmarca dentro de diferentes áreas del conocimiento: Geofísica y Astronomía. Desde la Geofísica plantean que pueden usar su definición, independientemente de que la Unión Astronómica Internacional la apruebe o no.

El cambio de categoría de Planeta a Planeta Enano ha sido ampliamente cubierto por los medios de comunicación y generó cambios en los programas educativos, modelos de museos, etc. Todo esto hace que, si bien es una controversia que se dirimió hacia el interior de la comunidad científica, la decisión tomada por la Unión Astronómica Internacional fue conocida en todo nuestro planeta y llegó a formar parte de conversaciones cotidianas ya que modificó la manera en que entendíamos nuestro sistema solar (muchas veces pensado como estático, inmutable y ya conocido).

Influyó en su popularización el hecho de que sea una decisión tomada por votación. Esta particularidad produjo un incremento en la atención dado que,

³Pueden verse las resoluciones que fueron subidas ese mismo día a la página web oficial: Unión Astronómica Internacional. *The first half of the Closing Ceremony of the 2006 International Astronomical Union (IAU) General Assembly has just concluded. The results of the Resolution votes are outlined here.* (2006): <https://www.iau.org/news/pressreleases/detail/iau0603/>.

generalmente, no se concibe la votación como una estrategia posible para resolver controversias sociocientíficas. Esto generó un acercamiento y toma de posición de mucha gente respecto de la categorización de Plutón, a pesar de no dedicarse a actividades científicas. Sin embargo, no se han realizado muchas producciones de comunicación de la ciencia en las que se les diera participación a las personas no expertas, por ejemplo, preguntando cómo fueron interpelados por esta controversia personas relacionadas con instituciones educativas (docentes, estudiantes, etc), grupos aficionados a la astronomía o simplemente aquellas personas que siguieron las noticias. También, siguiendo la lógica exitista que muchas veces prima en el periodismo y en la ciencia, se pueden encontrar una gran cantidad de entrevistas a, por ejemplo, Gonzalo Tancredi (lo cual es entendible porque fue uno de los que presentó la propuesta que terminó denominando a Plutón como Planeta Enano) pero no a otros personas que presenciaron la asamblea y podrían brindar su relato desde lo subjetivo. Tampoco se realizan actividades en las que se dialogue sobre esta controversia y su clausura con la posibilidad de que haya o no acuerdo.

Esta controversia es un ejemplo de cómo cambios en definiciones científicas puede generar un impacto en el imaginario colectivo. Esto permite el diálogo sobre ello desde diferentes perspectivas y sin necesidad de formar parte de la comunidad científica y, además, abordar la producción científica como algo cercano y hasta similar a otras tomas de decisiones que atraviesan nuestra cotidianidad, por ejemplo, las decisiones políticas.

No sólo de cielo viven los telescopios: Telescopio de Treinta Metros

En astronomía, toda la información que tenemos del Universo proviene de la luz. Mientras más grandes son los telescopios más luz pueden recabar y, por lo tanto, más información. Hay una carrera por construirlos del mayor tamaño posible. Además, es necesario un cielo que tenga baja contaminación lumínica y con la menor cantidad de días nublados. Uno de los mejores lugares, según estas características, es Hawái.

Mauna Kea, un volcán inactivo y el punto más alto de Hawái, se ha convertido en uno de los sitios más importante para la investigación astronómica. Actualmente, su cima contiene a más de una docena de telescopios. Sin embargo, para la población hawaiana las cumbres son lugares sagrados y especialmente Mauna Kea [M. A. Brown, 2016]. Es por esto que la instalación de los telescopios han creado incomodidad en la población local por su impacto tanto medioambiental como cultural, al construirse en uno de los sitios más sagrados según sus creencias religiosas.

El Telescopio de Treinta Metros (TMT, por sus siglas en inglés) denominado así por el diámetro de su espejo principal, está proyectado para ser uno de los mayores telescopios existentes. Tendrá diversos objetivos científicos entre los que se encuentran la búsqueda de planetas habitables fuera de nuestro sistema solar, caracterización de las primeras estrellas y galaxias e investigar la materia y energía oscura [TMT International Observatory, 2021].

Luego de varios planes para la construcción de grandes telescopios que se desarrollaban en paralelo, en 2003 se fundó la organización sin fines de lucro que llevaría a cabo el proyecto TMT. Participaron de ella la Asociación de Universidades Canadienses para la Investigación de Astronomía (ACURA, por sus

siglas en inglés), la Universidad de California (UC) y el Instituto Tecnológico de California (Caltech). A los que se sumaron en 2008 el Observatorio Nacional de Astronomía Óptica de Japón (NAOJ, por sus siglas en inglés) como institución participante, en 2009 y 2010 se unieron como miembros observadores el Instituto Indio de Astrofísica (IIA) y los Observatorios Astronómicos Nacionales de la Academia de Ciencias China (NOAC) y en 2014 se suma como miembro asociado la Asociación de Universidades para la Investigación en Astronomía (AURA, por sus siglas en inglés) [TMT International Observatory, 2021].

En 2005 se abrió la oficina del proyecto, las instituciones se comprometen a aportar 17.5 millones de dólares, se nombra un director y comienza el diseño del observatorio y los instrumentos. Esta fase de diseño finalizó en 2009 con el apoyo de 77.1 millones de dólares aportados por las instituciones asociadas y la Fundación Gordon y Betty Moore. Luego de esto comienza su construcción financiada con más de 500 millones de dólares brindados por los mismos aportantes. Este mismo año la Junta de Tierras del Estado de Hawai aprueba el plan de gestión integral de Mauna Kea, comienzan las reuniones para evaluar el impacto ambiental y el Consejo Administrativo de TMT elige a Mauna Kea como sitio preferencial para emplazar el telescopio [TMT International Observatory, 2021].

En 2010 se completó la evaluación de impacto ambiental y fue firmada por el Gobernador de Hawai. Dentro de ella se incluye una declaración de impacto cultural en la cual se presentan consultas a nativos hawaianos y referentes de la cultura local. Luego de diferentes fallos y apelaciones, en 2013 la Junta de Tierras y Recursos Naturales de Hawai otorgó el permiso para la construcción y operación de TMT en Mauna Kea.⁴

A partir de la aprobación de la construcción, nativos hawaianos apelaron aludiendo que la montaña era patrimonio que debía ser conservado por el estado de Hawai y esto demoró el inicio de la construcción. El 7 de octubre de 2014, haciéndose eco de las protestas contra su construcción, se convoca a un acto de bendición de las tierras donde será emplazado el TMT. Esto, lejos de aplacar las críticas, generó las primeras concentraciones en protesta por el uso del sitio que se considera sagrado y comenzó a utilizarse la consigna “demasiados telescopios” (*Too Many Telescopes*, en inglés, jugando con el acrónimo del megatelescopio). Esto condujo a demoras en la construcción.

Meses más tarde se intentó continuar con los trabajos en el sitio pero fueron interrumpidos nuevamente por manifestantes a finales de marzo de 2015. El 2 de abril de ese año, en medio de las protestas se intentó bloquear el camino a la cumbre para impedir que se siga construyendo sobre ese sitio sagrado para la comunidad y fueron arrestadas 23 personas. Aún así, las protestas continuaron. Estos eventos fueron cubiertos por la prensa internacional y generaron que la controversia se globalice. Asimismo, la manera en que algunas personas dedicadas a la investigación se refirieron a quienes protestaban incentivó a la reacción tanto de nativos hawaianos como de algunos departamentos de Astronomía [por ejemplo: Solomon, 2015].

⁴Puede verse el documento original en: <https://www.maunakeaandtmt.org/wp-content/uploads/2017/08/HA-11-05-TMT-Final-Decision.pdf>.

En abril de 2015 el Gobernador de Hawai, David Ige, solicitó que se detuviera la construcción por un par de semanas y el director del proyecto TMT, Gary Sanders, accedió como una señal de diálogo [TMT International Observatory, 2021]. Sin embargo, las organizaciones que se oponían a la construcción declararon que continuarían con su oposición. Y así, el 24 de junio, cuando intentó reanudar la construcción, cientos de manifestantes volvieron a concentrarse en el camino que posibilita el acceso al sitio, algunos acamparon allí y lo bloquearon. Nuevamente hubo personas arrestadas por estas acciones, en este caso 11.

En agosto de 2015 se realizó en Hawai la Asamblea General de la Unión Astronómica Internacional. Más allá de la diversidad en áreas temáticas y trabajos presentados y asistentes, la reunión estuvo signada por las protestas de aquellos en contra de la construcción del TMT. Los manifestantes se centraban en argumentar sobre la necesidad de que ese sitio sea protegido más que en una oposición al progreso astronómico, logrando la empatía de algunos miembros de la comunidad astronómica [Scientific American, 2015].

En diciembre de 2015 la Corte Suprema de Hawai declaró que los permisos de construcción no eran válidos ya que la Junta de Tierras y Recursos Naturales de Hawai había otorgado los permisos precipitadamente [Scientific American, 2015].

Comenzó a plantearse que probablemente el TMT podía ser emplazado en las Islas Canarias, siendo otro de los mejores cielos del Hemisferio Norte [Salas, 2019]. Además, a esta altura los manifestantes habían recibido apoyo de algunas personalidades y grupos, mientras que la prensa especializada también había realizado diversas notas con opiniones de especialistas que planteaban la pérdida que sería para la ciencia si el TMT no se construía.

Desde las oficinas de TMT se realizaron nuevamente los permisos y se logró que la corte Suprema de Hawai declare que se habían cumplido de manera aceptable con los requerimientos y, por lo tanto, que la construcción podía continuar.

Las obras iban a retomarse en medio de 2019, pero los manifestantes volvieron a protestar sobre el camino y acamparon allí. Esta vez recibieron apoyo por parte de estrellas de Hollywood y del espectáculo tales como Jason Momoa (quien se mostró personalmente junto a los manifestantes), Leonardo Di Caprio, Dawyne Jackson y Bruno Mars [Salas, 2019].

La internacionalización del conflicto, la solidaridad de otros pueblos originarios (por ejemplo los canadienses) y el nivel de conflictividad por los arrestos realizados durante las protestas obligaron a que diversas universidades, principalmente canadienses, declararan la posibilidad de retirarse del proyecto si se continuaba con una “agenda colonialista” y el “uso de la fuerza policial”.

Actualmente se espera que el TMT comience a tomar las primeras imágenes en 2027 pero, según puede leerse en la página del proyecto: “Aunque Hawái es el sitio elegido por TMT, los desafíos de los últimos años han llevado a la Junta del Observatorio Internacional de TMT a desarrollar un ‘Plan B’, un sitio secundario del hemisferio norte en el que construir el observatorio. Esto es La Palma, Islas Canarias, España. Se ha realizado una Evaluación de Impacto Ambiental para el sitio Roque de Los Muchachos y se están completando permisos de uso adicionales” [TMT International Observatory, 2021].

Esta controversia cobra interés porque comparte características con otras controversias ambientales, lo cual se evidencia tanto en los argumentos como en las estrategias desplegadas por quienes se oponen a la instalación. Esto hace que pueda ser analizada desde el marco conceptual de la Sociedad del Riesgo en el cual la comunidad local ve amenazado un sitio que considera sagrado, intenta protegerlo y evita la instalación de un observatorio. Esto produce también un enfrentamiento entre la generación de conocimiento científico y las creencias de la comunidad nativa. Algo que no es ajeno a la astronomía ya que el cielo, como producto cultural, es siempre un terreno de disputas. En este caso, la disputa se materializa en el territorio, se explicitan en los actores y estrategias que se despliegan, se globaliza el conflicto y se evidencia de tal manera que trasciende las fronteras de Hawái.

La comunicación de esta controversia por parte de los medios masivos fue diversificada, intentando explicitar las diferentes posturas, estrategias y acciones legales. Si bien en algún momento el conflicto fue mostrado como una traba para posibles avances científicos, esto fue decayendo con el apoyo internacional de otras comunidades originarias o figuras públicas y con la posibilidad de su instalación en otro sitio. Probablemente la principal diferencia con la cobertura de otras controversias es que se realizó siguiendo las formas que se utilizan para las disputas ambientales, ecológicas o territoriales, en las que, aún los medios masivos, tienen experiencia. Sin embargo, al globalizarse la postura hubo pocas actividades fuera de Hawái en las cuales los observatorios (involucrados o no) abrieran el diálogo al respecto.

Es importante notar que a lo largo de todo el desarrollo de la controversia parece haber una gestión de la comunicación del proyecto TMT centrada en los objetivos científicos y desacoplada de los intereses locales. Una vez iniciado el conflicto, posiblemente dando por hecho la superioridad de los argumentos científicos para su construcción, no se establecieron estrategias comunicacionales participativas que involucren tanto a los responsables del TMT y a la comunidad local (u otras que pudieran contemplar también a los futuros usuarios del telescopio). En la gestión de la comunicación que se llevó adelante por parte de los responsables del TMT primó el modelo de déficit con su consecuente dificultad para establecer instancias de diálogo.

A modo de cierre

Las narraciones anteriores permiten visibilizar cómo la producción de conocimiento astronómico puede ser controversial y que esto se ha expresado y se expresa tanto al interior de la comunidad científica como en la relación entre esta y el resto de la sociedad. Dicho carácter se presenta en áreas muy diversas, relacionadas tanto con observaciones como con desarrollos teóricos, con objetos astronómicos cercanos o con el universo en general. También con la construcción de instalaciones astronómicas que permiten avanzar con las investigaciones y, por lo tanto, en su relación con la sociedad. Además, mostramos que si bien algunas controversias astronómicas clausuraron, otras siguen vigentes.

Tomando a las controversias como una estrategia para mostrar la producción del conocimiento astronómico, realizamos una historización y/o contextualización de cada una de las controversias abordadas con la doble finalidad de, por un lado, fundamentar por qué podemos considerarlas como tales y, por otro lado, dejar

registro de fuentes para que puedan ser utilizadas en futuras investigaciones o producciones de comunicación de la ciencia. Esto último impulsado porque, a pesar de que democratizar estos procesos de producción de conocimiento pueden dar una perspectiva más realista acerca del conocimiento científico, no es común que se comuniquen estas disputas en contexto, sino cada uno de los descubrimientos o conocimientos consensuados asociados a ellas. También bosquejamos modos en los que pueden ser comunicadas considerando que analizar diferentes controversias y, a partir de ello, pensar en formas de comunicación adecuadas para cada una en función de las posibilidades de diálogos con quienes no pertenecen a la comunidad astronómica, puede permitirnos democratizar el quehacer científico y las disputas que enfrenta (tanto en su interior como en su relación con el resto de la sociedad) y, al mismo tiempo, explicitar qué tareas comprende la actividad científica (en particular las astronómicas), sin banalizarla o tomarla como algo ajeno a lo cotidiano.

Por otro lado, nuevos análisis sobre estas y otras disputas⁵ pueden servir para tener una mirada crítica acerca de quiénes producen la ciencia. Un ejemplo no explicitado antes pero presente en las narraciones es el desbalance de género donde, al parecer, la participación de mujeres es muy reducida. Otro ejemplo puede ser los orígenes de los fondos utilizados para la financiación de los grandes proyectos científicos mencionados en cada uno de los ejemplos. Comunicar y reflexionar sobre estas cuestiones puede acercarnos a una mirada política del conocimiento científico y su producción.

Agradecimientos

Agradezco a Ana María Vara y Antonio Mangione por haberme ayudado a entrar en el mundo de la Comunicación Pública de la Ciencia y con las investigaciones previas que luego se convertirían en este trabajo.

Referencias

- ABADI, M. G. (2016). 'Mesa redonda: Materia oscura vs. Gravitación alternativa. Evidencias observacionales de la existencia de materia oscura'. *Boletín de la Asociación Argentina de Astronomía La Plata Argentina* 58, págs. 1-2.
URL: http://www.astronomiaargentina.org.ar/articulo/2015/3/18/ediciones_anteriores_baaa.
- BECK, U. (1998). *La sociedad del riesgo. Hacia una nueva modernidad*. Barcelona, España: Ediciones Paidós.
- BERTONE, G. y HOOPER, D. (2018). 'History of dark matter'. *Reviews of Modern Physics* 90 (4), pág. 045002. <https://doi.org/10.1103/revmodphys.90.045002>.
- BRANTE, T. (1993). 'Reasons for studying scientific and science-based controversies'. En: *Controversial science: From content to contention*, págs. 177-191.
- BROWN, M. E., TRUJILLO, C. A. y RABINOWITZ, D. L. (2005). 'Discovery of a Planetary-sized Object in the Scattered Kuiper Belt'. *The Astrophysical Journal* 635 (1), págs. L97-L100. <https://doi.org/10.1086/499336>.

⁵Existen muchas otras disputas que involucran a la astronomía. Un ejemplo que está cobrando relevancia en la actualidad se da en torno al movimiento terraplanista, el cual niega los conocimientos y métodos científicos y, por lo tanto, es de una naturaleza muy diferente a las planteadas en este trabajo, presentando también otros desafíos para la comunicación pública de la ciencia. Puede encontrarse un reciente análisis respecto de este tema en López [2020].

- BROWN, M. A. (2016). "Mauna Kea: Ho'omana Hawai'i" and Protecting the Sacred'. *Journal for the Study of Religion, Nature and Culture* 10 (2), págs. 150-169. <https://doi.org/10.1558/jsrnc.v10i2.27795>.
- BROWN, M. E., TRUJILLO, C. y RABINOWITZ, D. (2004). 'Discovery of a Candidate Inner Oort Cloud Planetoid'. *The Astrophysical Journal* 617 (1), págs. 645-649. <https://doi.org/10.1086/422095>.
- BROWN, M. E. y TRUJILLO, C. A. (2004). 'Direct Measurement of the Size of the Large Kuiper Belt Object (50000) Quaoar'. *The Astronomical Journal* 127 (4), págs. 2413-2417. <https://doi.org/10.1086/382513>.
- CASTRO, H. y ARQUEROS, X. (2018). *Conflictividad ambiental y planteos territoriales en Argentina*.
URL: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6772565>.
- CHRISTY, J. W. y HARRINGTON, R. S. (1978). 'The satellite of Pluto'. *The Astronomical Journal* 83, pág. 1005. <https://doi.org/10.1086/112284>.
- CLOWE, D., BRADAČ, M., GONZALEZ, A. H., MARKEVITCH, M., RANDALL, S. W., JONES, C. y ZARITSKY, D. (2006). 'A Direct Empirical Proof of the Existence of Dark Matter'. *The Astrophysical Journal* 648 (2), págs. L109-L113. <https://doi.org/10.1086/508162>.
- COLLINS, H. M. (1975). 'The Seven Sexes: A Study in the Sociology of a Phenomenon, or the Replication of Experiments in Physics'. *Sociology* 9 (2), págs. 205-224. <https://doi.org/10.1177/003803857500900202>.
- COLLINS, H. (1985). *Changing order: replication and induction in scientific practice*. Londres: Sage.
- COLLINS, H. M. y PINCH, T. (1998). *The golem: What you should know about science*. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press.
- CORTASSA, C. G. (2010). 'Del déficit al diálogo, ¿y después?: una reconstrucción crítica de los estudios de comprensión pública de la ciencia'. *CTS: Revista iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad* 5 (15), pág. 3.
URL: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3715057>.
- CROSWELL, K. (1997). *Planet Quest: The epic discovery of alien solar systems*. U.S.A.: Oxford University Press.
- CRUIKSHANK, D. P., PILCHER, C. B. y MORRISON, D. (1976). 'New Rules for AAAS-Newcomb Cleveland Prize'. *Science* 194 (4267), págs. 835-835. <https://doi.org/10.1126/science.194.4267.835>.
- DOUGLAS, M. y WILDAVSKY, A. (1983). *Risk and culture: An essay on the selection of technological and environmental dangers*. U.S.A.: University of California Press. URL: <https://www.jstor.org/stable/10.1525/j.ctt7zw3mr>.
- DURANT, J. R. (1990). 'Copernicus and Conan Doyle: or, why should we care about the public understanding of science'. *Science and Public Affairs* 5 (1), págs. 7-22.
- ENGELHARDT JR., H. T. y CAPLAN, A. L., eds. (1987). *Scientific controversies: Case studies in the resolution and closure of disputes in science and technology*. U.K.: Cambridge University Press. ISBN: 9780521275606.
- FAMAHEY, B. y MCGAUGH, S. S. (2012). 'Modified Newtonian Dynamics (MOND): Observational Phenomenology and Relativistic Extensions'. *Living Reviews in Relativity* 15 (1). <https://doi.org/10.12942/lrr-2012-10>.
- HEWITT, J. N., TURNER, E. L., SCHNEIDER, D. P., BURKE, B. F., LANGSTON, G. I. y LAWRENCE, C. R. (1988). 'Unusual radio source MG1131+0456: a possible Einstein ring'. *Nature* 333 (6173), págs. 537-540. <https://doi.org/10.1038/333537a0>.
- HOYT, W. G. (1976). 'W. H. Pickering's Planetary Predictions and the Discovery of Pluto'. *Isis* 67 (4), págs. 551-564. <https://doi.org/10.1086/351668>.

- HUBBLE, E. y HUMASON, M. L. (1931). 'The Velocity-Distance Relation among Extra-Galactic Nebulae'. *The Astrophysical Journal* 74, pág. 43.
<https://doi.org/10.1086/143323>.
- JEANS, J. H. (1922). 'The Motions of Stars in a Kapteyn-Universe'. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 82 (3), págs. 122-132.
<https://doi.org/10.1093/mnras/82.3.122>.
- KAPTEYN, J. C. (1922). 'First Attempt at a Theory of the Arrangement and Motion of the Sidereal System'. *The Astrophysical Journal* 55, pág. 302.
<https://doi.org/10.1086/142670>.
- KELVIN, W. T. B. (1904). Baltimore lectures on molecular dynamics and the wave theory of light. CJ Clay y Sons.
- KLYPIN, A., YEPES, G., GOTTLÖBER, S., PRADA, F. y HESS, S. (2016). 'MultiDark simulations: the story of dark matter halo concentrations and density profiles'. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 457 (4), págs. 4340-4359.
<https://doi.org/10.1093/mnras/stw248>.
- KOLSTØ, S. D. (2001). 'Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues'. *Science Education* 85 (3), págs. 291-310. <https://doi.org/10.1002/sce.1011>.
- KUIPER, G. P. (1950). 'The Diameter of Pluto'. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific* 62, pág. 133. <https://doi.org/10.1086/126255>.
- LANDAU, S. J. (2016). 'Mesa redonda: Materia oscura vs. Gravitación alternativa. Aciertos y problemas de ambos paradigmas'. *Boletín de la Asociación Argentina de Astronomía La Plata Argentina* 58, págs. 5-7. URL: http://www.astronomiaargentina.org.ar/articulo/2015/3/18/ediciones_anteriores_baaa.
- LATOUR, B. (2008). Reensamblar lo social. Una introducción a la teoría del actor-red. Buenos Aires, Argentina: Ediciones Manantial.
- LE VERRIER, U. J. J. (1848). 'Sur la planète Neptune'. En: Sesión de la Academia de Ciencias. Librairie de Carilian-Goeury et V. Dalmont.
- LINDBLAD, B. (1926). 'Star-streaming and the structure of the stellar system (Second paper)'. *Arkiv for Matematik, Astronomi och Fysik* 7, págs. 1-6.
- LÓPEZ, A. (2020). 'La batalla por el cielo: Reacciones públicas contemporáneas de la comunidad científica argentina al Terraplanismo'. *Revista Cosmovisiones/Cosmovisões* 2 (1), págs. 93-127. URL: <http://museo.fcaglp.unlp.edu.ar/ojs/index.php/Cosmovisiones/article/view/24>.
- LUNDMARK, K. (1930). 'Über die Bestimmung der Entfernungen, Dimensionen, Massen und Dichtigkeit für die nächstgelegenen anagalactischen Sternsysteme'. *Meddelanden fran Lunds Astronomiska Observatorium Serie I* 125, págs. 1-13.
- MANGIONE, A. (2021). 'La noticia sobre ciencia: Sesgo hacia la comunicación de los resultados sobre los procesos de la investigación científica'. *SciComm Report*, págs. 1-13. <https://doi.org/10.32457/scr.v1i1.660>.
- MARKLE, G. E. y PETERSEN, J. C. (1981a). 'Controversies in science and technology — a protocol for comparative research'. *Science, Technology, & Human Values* 6 (1), págs. 25-30.
- (1981b). 'Controversies in Science and Technology: a Protocol for Comparative Research'. *Science, Technology and Human Values* 6 (34), págs. 25-30.
 URL: <https://www.jstor.org/stable/689138>.
- MARSDEN, B. G. (1999). 'MPEC 1999-C03: Editorial Notice'. *The Minor Planet Electronic Circulars* 3361.
 URL: <https://www.minorplanetcenter.net/mpec/J99/J99C03.html>.

- MAZUR, A. (1981). *The dynamics of technical controversy*. Washington DC Communications Press.
- MILGROM, M. (1983a). 'A modification of the Newtonian dynamics — Implications for galaxies'. *The Astrophysical Journal* 270, pág. 371. <https://doi.org/10.1086/161131>.
- (1983b). 'A modification of the Newtonian dynamics as a possible alternative to the hidden mass hypothesis'. *The Astrophysical Journal* 270, pág. 365. <https://doi.org/10.1086/161130>.
- MILSZTAJN, A. y LASSERRE, T. (2001). 'Not enough stellar mass machos in the galactic halo'. *Nuclear Physics B - Proceedings Supplements* 91 (1–3). arxiv: astro-ph/0002253, págs. 413-419. [https://doi.org/10.1016/s0920-5632\(00\)00970-1](https://doi.org/10.1016/s0920-5632(00)00970-1).
- MO, H., VAN DEN BOSCH, F. y WHITE, S. (2010). *Galaxy formation and evolution*. U.K.: Cambridge University Press.
- NELKIN, D. (1971). *Nuclear power and its critics: The Cayuga Lake controversy*. Ithaca, NY, U.S.A.: Cornell University Press.
- NELSON, D., PILLEPICH, A., SPRINGEL, V., WEINBERGER, R., HERNQUIST, L., PAKMOR, R., GENEL, S., TORREY, P., VOGELSBERGER, M., KAUFFMANN, G., MARINACCI, F. y NAIMAN, J. (2017). 'First results from the IllustrisTNG simulations: the galaxy colour bimodality'. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 475 (1), págs. 624-647. <https://doi.org/10.1093/mnras/stx3040>.
- OORT, J. H. (1932). 'The force exerted by the stellar system in the direction perpendicular to the galactic plane and some related problems'. *Bulletin of the Astronomical Institutes of the Netherlands* 6, pág. 249.
- ÖPIK, E. (1915). 'Selective absorption of light in space, and the dynamics of the Universe'. *Bull. de la Soc. Astr. de Russie* 21 (150), pág. 5.
- POINCARÉ, H. (1906). 'The milky way and the theory of gases'. *Popular Astronomy* 14, págs. 475-488.
- RANDO, N. V. y PELLEGRINI, P. (2018). 'El lugar de las controversias en las clases de biología, genética y sociedad: dos estudios de caso'. *Redes. Revista de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología* 24 (46), págs. 105-134. URL: <https://revistaredes.unq.edu.ar/index.php/redes/article/view/89>.
- REVUELTA, C., MIRÓ, E., TOLEDANO, R., BADELLA, M. L., BIOTTI, R., AGÜERO, F. y CEMES, M. D. (s.f.). *De lo visible a lo invisible. El museo como vínculo entre el mundo del observador y los mundos evocados por la exhibición*. Argentina: Universidad Nacional de La Plata, págs. 639-644.
- RODRIGUEZ, F. (2016). 'La materia oscura en el contexto de la teoría del actor-red'. *Redes* 22 (42), págs. 153-165. URL: <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/1121>.
- RODRÍGUEZ MORATÓ, A. y SANTANA ACUÑA, Á. (2017). *La nueva sociología de las artes*. Spain: Editorial Gedisa.
- ROMERO, G. E. (2016). 'Round table: Dark matter vs. alternative gravitation. Dark matter or another kind of gravity?' *Boletín de la Asociación Argentina de Astronomía La Plata Argentina* 58, págs. 3-4. URL: http://www.astronomiaargentina.org.ar/articulo/2015/3/18/ediciones_anteriores_baaa.
- RUBIN, V. C., THONNARD, N. y FORD JR., W. K. (1978). 'Extended rotation curves of high-luminosity spiral galaxies. IV — Systematic dynamical properties, SA through SC'. *The Astrophysical Journal* 225, pág. L107. <https://doi.org/10.1086/182804>.

- SALAS, J. (2 de agosto de 2019). 'El bloqueo total en Hawái acerca de nuevo el Telescopio de Treinta Metros a La Palma'. *Diario el País*. URL: https://elpais.com/elpais/2019/08/01/ciencia/1564653388_230502.html.
- SCIENTIFIC AMERICAN (4 de diciembre de 2015). *Corte hawaiana revoca permiso de construcción de mega-telescopio*. URL: <https://www.scientificamerican.com/espanol/noticias/corte-hawaiana-revoca-permiso-de-construccion-de-mega-telescopio/>.
- SECCHI, A. (1877). *L'astronomia in Roma nel pontificato DI Pio IX*. Roma: Tipografia della pace.
- SKORDIS, C. (2009). 'The tensor-vector-scalar theory and its cosmology'. *Classical and Quantum Gravity* 26 (14), pág. 143001. <https://doi.org/10.1088/0264-9381/26/14/143001>.
- SMITH, S. (1936). 'The Mass of the Virgo Cluster'. *The Astrophysical Journal* 83, pág. 23. <https://doi.org/10.1086/143697>.
- SOLOMON, M. (15 de mayo de 2015). *How The Debate Over TMT Prompted a Problematic*. *Hawaii Public Radio*. URL: <https://www.hawaiipublicradio.org/post/how-debate-over-tmt-prompted-problematic-email%5C#stream/0>.
- STANDAGE, T. (2000). *The Neptune file: planet detectives and the discovery of worlds unseen*. U.K.: Allen Lane.
- STANDISH, E. M. (1993). 'Planet X - No dynamical evidence in the optical observations'. *The Astronomical Journal* 105, págs. 2000-2006. <https://doi.org/10.1086/116575>.
- TANCREDI, G. (2006). *Cronología de los hechos relativos a la Definición de Planeta adoptada por la Asamblea de la Unión Astronómica Internacional*. URL: http://www.fisica.edu.uy/~gonzalo/Diario_de_la_Asamblea_IAU_2006.html.
- TISSERAND, P., LE GUILLOU, L., AFONSO, C., ALBERT, J. N., ANDERSEN, J., ANSARI, R., AUBOURG, É., BAREYRE, P., BEAULIEU, J. P., CHARLOT, X., COUTURES, C., FERLET, R., FOUQUÉ, P., GLICENSTEIN, J. F., GOLDMAN, B., GOULD, A., GRAFF, D., GROS, M., HAISSINSKI, J., HAMADACHE, C., DE KAT, J., LASSERRE, T., LESQUOY, É., LOUP, C., MAGNEVILLE, C., MARQUETTE, J. B., MAURICE, É., MAURY, A., MILSZTAJN, A., MONIEZ, M., PALANQUE-DELABROUILLE, N., PERDEREAU, O., RAHAL, Y. R., RICH, J., SPIRO, M., VIDAL-MADJAR, A., VIGROUX, L. y ZYLBERAJCH, S. (2007). 'Limits on the Macho content of the Galactic Halo from the EROS-2 Survey of the Magellanic Clouds'. *Astronomy & Astrophysics* 469 (2), págs. 387-404. <https://doi.org/10.1051/0004-6361:20066017>.
- TMT INTERNATIONAL OBSERVATORY (2021). URL: <https://www.tmt.org/> (visitado 15 de febrero de 2021).
- TYSON, N. d. (2 de febrero de 2001). *Astronomer Responds to Pluto-Not-a-Planet Claim*. URL: <https://www.space.com/1925-astronomer-responds-pluto-planet-claim.html>.
- VARA, A. M. (2012). 'Cuando saber menos es mejor que saber más'. *Fundamentos en Humanidades XIII* (II), págs. 15-28.
- (2015). 'Periodismo científico: entre la profesionalización y los desafíos del cambio tecnológico'. En: *Ciencia, arte y tecnología. Enfoques plurales para un abordaje multidisciplinar*. Ed. por ESPINOSA, S., págs. 167-184.
- WALSH, D., CARSWELL, R. F. y WEYMANN, R. J. (1979). '0957+561 A, B: twin quasistellar objects or gravitational lens?' *Nature* 279 (5712), págs. 381-384. <https://doi.org/10.1038/279381a0>.

YANES, J. (8 de octubre de 2019). 'La última batalla por Plutón: por qué para muchos sigue siendo un planeta'. *OpenMind BBVA*.

URL: <https://www.bbvaopenmind.com/ciencia/fisica/la-ultima-batalla-por-pluton-por-que-para-muchos-sigue-siendo-un-planeta/>.

ZWICKY, F. (1937). 'On the Masses of Nebulae and of Clusters of Nebulae'. *The Astrophysical Journal* 86, pág. 217. <https://doi.org/10.1086/143864>.

Autor

Facundo Rodriguez, dr. en Astronomía y Especialista en Comunicación Pública de la Ciencia y Periodismo Científico. Becario Postdoctoral en el Instituto de Astronomía Teórica y Experimental (IATE- CONICET/UNC) - Observatorio Astronómico de Córdoba (OAC). Su principal actividad es la investigación en Astronomía en el área de Estructura en gran escala del universo. Contribuye con la Comunicación Institucional del IATE mediante la realización de artículos periodísticos. Forma parte de la red de periodismo científico EsPeCie. Participa y ha participado de diversas actividades de extensión del OAC y la Facultad de Matemáticas, Astronomía, Física y Computación de la UNC. Forma parte del proyecto Derecho al Cielo destinado a juventudes privadas de sus libertades. E-mail: facundo.rodriguez@unc.edu.ar.

Cómo citar

Rodriguez, F. (2021). 'Comunicar la diversidad del quehacer astronómico a partir de las controversias'. *JCOM – América Latina* 04 (02), A03. <https://doi.org/10.22323/3.04020203>.



© El autor o autores. Esta publicación está bajo los términos de la licencia [Creative Commons Atribución — No Comercial — Sin Derivadas 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/). ISSN 2611-9986. Publicado por SISSA Medialab. jcomal.sissa.it