



Sobre el carácter disciplinar de la Cosmoquímica

Laura N. García*

Gabriel Paravano**

Marcela Saavedra ‡

Resumen

Una de las definiciones más citadas de la cosmoquímica es la dada por Donald Clayton (1982), el cual refirió a ésta como “la nueva ciencia astronómica [que] consiste en medir las propiedades de la evolución química de la galaxia través del estudio de muestras de meteoritos en laboratorios terrestres” (p.174). Sin embargo, esta idea no quedó fijada en el siglo pasado; autores contemporáneos, comprenden que la cosmoquímica es un campo de las ciencias planetarias, que incluye los procesos que dieron lugar a las composiciones químicas del universo y de sus constituyentes. ¿Corresponde entonces referir a la cosmoquímica como un campo de la astronomía o de las ciencias planetarias o cuál es su estatus disciplinar? De un exhaustivo análisis, que incluye las prácticas cotidianas de profesionales que se desempeñan en el ámbito, proponemos que la cosmoquímica podría ser considerada como una “transdisciplina”, por sobre las alternativas de interdisciplina o multidisciplina.

Palabras clave: Meteoritos, Astronomía, Interdisciplina, Transdisciplina, Multidisciplina.

Abstract

One of the most cited definitions of cosmochemistry is the one provided by Donald Clayton (1982), who referred to this as “the new astronomical

* Instituto de Ciencias Astronómicas, de la Tierra y del Espacio (CONICET-UNSJ), Instituto de Mecánica Aplicada (UNSJ).

** Instituto de Filosofía (UNSJ).

‡ Instituto de Ciencias Astronómicas, de la Tierra y del Espacio (CONICET-UNSJ), Instituto de Investigaciones Mineras (UNSJ).

science [that] consists of measuring the properties of the chemical evolution of the galaxy through the study of meteorite samples in terrestrial laboratories” (p.174). However, this idea was not settled in the last century; Contemporary authors conceive cosmochemistry as a planetary sciences field which includes the processes that gave rise to the chemical compositions of the universe and its constituents. Is it then appropriate to refer to cosmochemistry as a field of astronomy or planetary sciences or what is its disciplinary status? From a comprehensive analysis, which includes the daily practices of professionals who work in the field, we propose that cosmochemistry might be considered a “transdiscipline”, instead of the alternative interdiscipline or multidiscipline.

Keywords: Meteorites, Astronomy, Interdiscipline, Transdiscipline, Multidiscipline.

I. Introducción

Una de las definiciones más citadas de la cosmoquímica es la dada por Donald Clayton. Clayton (1982) refirió a la cosmoquímica como “la nueva ciencia astronómica [que] consiste en medir las propiedades de la evolución química de la galaxia¹ a través del estudio de muestras de meteoritos en laboratorios terrestres” (p.174).

“Se basó en el descubrimiento de que ese mismo procesamiento químico [la evolución de las formas químicas dentro del medio interestelar] en el Sistema Solar no borró por completo la memoria de la condición química inicial y en la capacidad de encontrar, en muestras de laboratorio de meteoritos y otros cuerpos, características que son atribuibles a esa condición química inicial.” (Clayton, 1982, p.174).

Sin embargo, esta idea no quedó fijada en el siglo pasado. Es así como autores contemporáneos como McSween y Huss (2021) comprenden que la cosmoquímica es un campo de las ciencias planetarias, la cual incluye los procesos que dieron lugar a las composiciones químicas del universo y de sus constituyentes.

1 El término evolución química de la galaxia refiere a la descripción de la evolución de las formas químicas y de las estructuras isotópicas en el medio interestelar.

Surge entonces la siguiente pregunta: ¿Corresponde entonces referir a la cosmoquímica como un campo de la astronomía o de las ciencias planetarias o cuál es el estatus disciplinar de ésta? Podemos considerar tres respuestas al respecto:

- Una primera respuesta comprende que, la cosmoquímica por su característica de operar mediante un conjunto de ciencias que colaboran entre sí (como la propia astronomía, la geología o la química, entre otras), tendría una forma *multidisciplinar*. Principalmente porque cada una de estas disciplinas científicas estarían proveyendo su visión sobre la evolución química de la galaxia de una forma diferente pero que es, a la vez, complementaria (Trigo Rodríguez, 1999).
- Una segunda respuesta interpreta que, debido a que la cosmoquímica sería el resultado integral de los hechos estudiados en el laboratorio por las distintas disciplinas participantes, tendría que ser considerada como un saber interdisciplinario (Mickaelian y Farmany, 2021).
- Y, una tercera respuesta, concibe que la cosmoquímica no entra en la reflexión sobre los problemas disciplinares de las ciencias del universo, pues esta sería sólo un *modelo* de cómo se organizan los elementos en el universo (Shaw, 2006).

Esta falta de consenso sobre la manera en la cual la cosmoquímica produce su conocimiento, conduce a un punto en donde se vuelve necesario repensar su propio estatus disciplinar. Es decir, cómo se comprenden las maneras en que la cosmoquímica investiga al universo, propone hipótesis sobre el mismo, pone a prueba sus conjeturas y valida sus teorías, no ha de operar en el mismo sentido si es considerada como una práctica multidisciplinar, interdisciplinar o un complejo modelo representativo. Esto es así ya que, en el primer caso, los fenómenos que estudia, serían descompuestos en sub-problemas trabajados por cada disciplina participante; en el segundo, los fenómenos serían entendidos como un solo problema que emerge de la relación dada entre varias dimensiones de análisis; y, en el tercero, se estarían acomodando los fenómenos constatados en la representación pretendida (Pérez Matos y Setién Quesada, 2008). Es por

ello que, en este trabajo, buscamos revisar la concepción disciplinaria de la cosmoquímica, y abogamos para que sea considerada como una “transdisciplina” por sobre las alternativas presentamos. Para exponer nuestro argumento, dividimos el escrito en tres apartados principales, a saber: uno sobre el problema epistémico que implica la noción de “cosmoquímica”, otro sobre qué lugar filosófico y disciplinar puede ocupar la “cosmoquímica”, y el último sobre nuestro posicionamiento específico, en donde damos razones de porqué debe ser considerada esta ciencia como un saber transdisciplinar. Finalmente, damos una conclusión abierta a la discusión en donde invitamos al diálogo a nuestros interlocutores.

II. Un problema epistémico para la Cosmoquímica

La cosmoquímica se concentra principalmente en los objetos de nuestro Sistema Solar, pues de éste proviene la mayor parte de la información a la cual tenemos acceso, e incluye la composición del Sol, de los planetas y sus satélites, asteroides y cometas. En términos sencillos, a partir de su composición química, la cosmoquímica intenta revelar los procesos que dieron lugar a su formación o los afectaron durante la misma. Tal análisis, a su vez, se coloca (o diagrama) dentro de una cronología lineal que permite definir una historia primitiva de la galaxia (Varela, 2015), como si fuese *una ventana hacia nuestro pasado cósmico*. En esta línea es importante resaltar lo siguiente: los procesos que ocurren dentro de las estrellas, en el espacio interestelar, y dentro de la nebulosa solar, no tienen una contraparte terrestre, sino que se infieren a partir de observaciones astronómicas y de deducciones teóricas, es decir, implica un conocimiento indirecto del pasado cósmico. No obstante, los análisis cosmoquímicos de meteoritos en laboratorios terrestres, los cuales fueron moldeados o afectados por estos procesos, proveen una mirada directa sobre los mismos.

Por este consenso, y probablemente también por la conceptualización propuesta en la década de 1980, inicialmente la cosmoquímica ha sido relacionada con la geoquímica, dado que ésta supone el estudio de las composiciones químicas de los elementos y de los materiales de la Tierra. En tal sentido, podría pensarse a la cosmoquímica simplemente como una consecuencia extraterrestre de este tipo de investigaciones (McSween y Huss, 2021). De hecho, la revista técnica más prominente en esta disciplina se denomina *Geochimica et Cosmochimica Acta*, la cual ha conservado

este sentido de “cosmoquímica” desde su creación en 1950. Ahora bien, también puede pensarse a la cosmoquímica su relación con la astrofísica (y con las ciencias planetarias) en términos de los caminos y recorridos, junto con las marcas y señales estelares, que tienen expresiones químicas propias (Varela, 2015). Muchas veces, en su uso coloquial y divulgativo, esta interpretación paciera ser el lugar común.

Lo que buscamos señalar con estos dos sentidos es que existe un problema de especificidad y de relación disciplinar que es necesario abordar al momento de pensar a la cosmoquímica. Epistémicamente surgen tres cuestiones relevantes:

- En primer lugar, por la composición de la propia nomenclatura de la ciencia, que ya implica una *dualidad conflictiva*, el estudio del “cosmos” y el estudio de lo “químico”.
- En segundo lugar, la caracterización de su *objeto de estudio*, pues un acercamiento superficial señala que parece atravesar dimensiones, categorías y/o propiedades de objetos de estudios de otras disciplinas, como los de las mencionadas geoquímica, astrofísica y ciencias planetarias.
- En tercer lugar, la problemática de una práctica disciplinar *compartida* debido a que, en las ciencias planetarias, es común referirse a la construcción de una cronología que trata de dar cuenta de cómo ciertos eventos del pasado configuraron nuestro presente (Anguita Virella y Castilla Cañamero, 2010).

Claramente, al señalar esta tercera cuestión, sobre la “práctica científica”, no es vano aclarar que en la labor cotidiana los investigadores no conjeturan sobre el estatus científico, o siquiera sobre el alcance institucional de su oficio. En otras palabras, los científicos *saben hacer cosmoquímica* pero no se interrogan *por qué la cosmoquímica es una ciencia*. Esto da lugar a evidenciar con más fuerza el problema en cuestión, enmarcando al problema disciplinar de la cosmoquímica como un problema epistémico.

El *saber hacer* es una tarea científica, el *saber por qué se hace* es una tarea epistémica. Como señalan Diez y Moulines (1997): “La tarea del filósofo de la ciencia es investigar los principios que rigen esta actividad, principios

que, si suponemos que son seguidos implícitamente por los científicos, la hacen comprensible” (p.20). Esto es relevante porque permite considerar las siguientes interrogantes: ¿cómo se relacionan las dimensiones teóricas de esta ciencia con otras ciencias (p. ej., con la geoquímica, y la astrofísica)?, ¿qué tipo de normas o procedimientos la caracterizan (o particularizan) frente a otras formas de estudiar los mismos aspectos del universo (p. ej., los métodos de recolección, la clasificación de los objetos de estudio, las técnicas de análisis de datos, etc.)? De igual manera, esta caracterización es importante, porque permite establecer caminos posibles de definición interna sobre su propio rol en la comunidad científica que, en definitiva, es lo que aborda este trabajo mediante la pregunta “¿cuál es el estatus disciplinar de la cosmoquímica?”.

III. Pensando a la Cosmoquímica desde la Epistemología

Toda ciencia es pensable desde dos dimensiones que, como una moneda, son las dos caras de un mismo objeto, una dimensión referida al carácter general y teórico, y otra dimensión referida al carácter particular y práctica. Los siguientes dos incisos pretenden dar claridad sobre esto y en qué medida representan un cuestionamiento relevante para la cosmoquímica.

1.1. La invasión de los *términos* epistémicos en la Cosmoquímica

Como se mencionó al inicio de este artículo, más allá del consenso sobre qué hace la cosmoquímica, se ha discutido sobre la forma en que la cosmoquímica *puede hacer lo que hace*. En otros términos, los *resultados* que este campo ha dado sobre la formación del sistema solar primitivo, y la cronología de los eventos originales de la constitución elemental del mismo, no se debaten como si fuesen simplemente “conjeturales”. Muchos de sus resultados y conclusiones se toman como evidencia sólida para sostener a la teoría cósmica actual (McSween y Huss, 2021). Dicho esto, entendemos que, para tomar sus teorías como conceptos e interpretaciones sólidas del universo, debe reconocerse que se hace cosmoquímica de una forma en particular (esto es, de la forma que permite alcanzar las buenas comprobaciones de sus teorías). Aunque parezca redundante, es una cuestión meta-disciplinar pero que parte de la actividad de sus investigadores, pues

pone de manifiesto la naturaleza de las prácticas científicas particularizantes de este conocimiento. De tal forma:

- No es lo mismo que la cosmoquímica sea una “disciplina aislada” que logra dar cuenta de estos resultados, o que sea una “subdisciplina” o un “campo” de alguna ciencia, a que sea una “multidisciplina”, en donde sus resultados son la suma de miradas individuales de otras disciplinas. Por ejemplo, si es una multidisciplina, el conocimiento del Sistema Solar primitivo no sería algo de la “cosmoquímica” sino que el “conocimiento cosmoquímico” sería equivalente a la suma de los saberes particulares de la geoquímica y la astrofísica sobre el sistema solar primitivo (Trigo Rodríguez, 1999).
- Tampoco es igual ser un conjunto de “prácticas indisciplinadas” (es decir, sin coherencia interna) que, por el método científico, han logrado desarrollar un discurso cosmoquímico coherente, a que sea una ciencia decididamente “interdisciplinar”, en donde los resultados obtenidos equivalen a una cooperación y construcción de objeto de estudio en común (Mickaelian y Farmanyan, 2021).
- Finalmente, no es lo mismo comprender que la cosmoquímica sea una “macro-teoría” que incluye un conjunto de postulados ontológicos, presupuestos empíricos y leyes sobre las regulaciones químicas de los materiales extraterrestres, al hecho de considerarla como un “modelo científico” que representa a la cronología del sistema solar en términos químicos (Shaw, 2006).

Para poder dar claridad a este problema que, como una *infección epistemológica*, se expande en vez de contraerse, quizás poniendo en riesgo a la integralidad de la práctica científica de la cosmoquímica, es necesario precisar dos puntos. Por un lado, ¿qué es lo más propio de la cosmoquímica? Y, por otro lado, tratar de dar cuenta ¿por qué eso nos permitiría resolver su estatus disciplinar? El siguiente inciso busca dar claridad sobre esto.

1.2. La Actividad en la cosmoquímica (higienizando desde prácticas reales)

Para responder a la primera pregunta, “¿qué es lo más propio de la cosmoquímica?”, y poder frenar lo que irónicamente llamamos como expansión de la “infección epistemológica”, entendemos que es necesaria una “naturalización” de las prácticas científicas que sostienen a la cosmoquímica. Con naturalización no se pretende hablar de una metafísica en la que se buscará la “naturaleza” de la cosmoquímica, como si estuviésemos hablando una alguna entidad trascendental. Mas bien pretende definir la cosmoquímica por lo que realmente hacen los que se dedican a ella (Kitcher, 2001). Es decir, si se quiere saber qué estatus disciplinar tiene la cosmoquímica no basta con pensar qué tipo de teorías, instrumentos, metodologías u objetos de estudio posee (como se mencionó en la sección anterior), sino que debe estudiarse quiénes la utilizan y, lo más relevante, cómo las usan. La idea de la “naturalización”, entonces, parte de reafirmar la actitud empírica y crítica de la ciencia, en donde no sólo su conocimiento se genera mediante un cuidadoso y revisado trabajo experimental sino, paralelamente, se identifica su condición epistémica por cómo los grupos de científicos crean estos contenidos (Giere, 1988).

Entonces, con este espíritu epistemológico naturalista, se entiende que la cosmoquímica provee una visión crítica sobre el origen de nuestro Sistema Solar, y los complejos procesos que ocurren dentro de planetesimales y planetas durante su evolución. Entendemos que gran parte de la base de datos de la cosmoquímica proviene de los análisis realizados en un laboratorio sobre nuestra modesta colección de muestras extraterrestres (ver Fig. 1 sobre recuperación de meteoritos). Asimismo, un porcentaje creciente de esta base está obteniéndose de mediciones realizadas por instrumentos montados en sondas espaciales, los cuales proveen análisis químicos y contextos geológicos sobre otros planetas y sobre asteroides. Para lograr esto, esta disciplina ha liderado el desarrollo de nuevas tecnologías analíticas para su uso en el laboratorio o en misiones espaciales. Tecnologías que han terminado por extenderse a otros campos de investigación, principalmente aquellos que buscan realizar análisis químicos precisos, por ejemplo, en geoquímica y en la ciencia de materiales (Zinner et al., 2023). A pesar de las cualidades vanguardistas de la cosmoquímica, y la relevancia de sus aportes a la construcción del conocimiento científico,

usualmente es *instruida* a través de trabajos científicos y libros especializados en meteoritos y ciencias planetarias, esto es, el proceso de profesionalización se hace por medio de estas disciplinas, y no por una que sea propiamente “cosmoquímica”².



Figura 1. Campaña de recuperación de meteoritos en el desierto de Atacama (Chile) en agosto 2023. Participan la Dra. en geología Millarca Valenzuela, la Dra. en ciencias de la ingeniería Laura García, y el Lic. en geología Kevin Soto. Foto tomada por la Lic. en geología Camila Caviedes. Las campañas de búsqueda sistemática de meteoritos son una de las principales fuentes de recolección de material extraterrestre.

² Es suficiente, para entender este punto, con ver las *programaciones de las cátedras* dedicadas a la enseñanza de la Cosmoquímica. Como el aspecto pedagógico excede los intereses de este trabajo esto no será abordado en el artículo, basten las siguientes recomendaciones de lectura: Ahrens, L. H. (2015) *Origin and Distribution of the Elements: International Series of Monographs in Earth Sciences*, y Makishima, A. (2017) *Origins of the Earth, Moon, and Life: An Interdisciplinary Approach*.

Entonces, esta forma de trabajar, desde laboratorios y con testeos en sondas espaciales, junto con estos desarrollos vanguardistas en los análisis químicos realizados por especialistas en meteoritos y ciencias planetarias, genera un perfil profesional y una manera de estudio. A tal perfil, debe sumársele todo otro conjunto de prácticas profesionales en cosmoquímica las cuales, en vez de *definirse* o *especificarse* en los términos geoquímicos o en términos de las ciencias planetarias, se *nutren* o *robustecen* desde esta dinámica particular. La cual podemos, a nuestro entender, desglosar del siguiente modo:

- En primer lugar, los modelos de estas disciplinas ofician como marcos guía de trabajo para la cosmoquímica, los cuales se ponen a prueba por medio de sus propios resultados de investigación. Por mencionar sólo un caso, se puede pensar en cómo las observaciones astronómicas significan aportes en la comprensión del medio en el cual las estrellas se forman, interés de primer nivel epistémico para esta ciencia, mientras que en otras investigaciones tiende a ocupar un nivel secundario.
- En segundo lugar, tales disciplinas (principalmente las dedicadas a los meteoritos y a los planetas), lo que hacen es proveer datos que se complementan con los derivados de la cosmoquímica. Tal y como es el caso de los datos espectroscópicos de abundancias químicas que complementan los análisis químicos de granos presolares en meteoritos.
- En tercer lugar, en los procesos de investigación, la cosmoquímica no recupera, sino que ofrece datos relevantes y significativos para la astronomía (lo que va en contra del sentido común de que toda ciencia planetaria “asiste” a la astronomía). Por ejemplo, las abundancias elementales espectroscópicas medidas en el Sol se pueden comparar con las proporciones de elementos en meteoritos condriticos, y tal congruencia permite que las abundancias condriticas medidas sustituyan aquellos elementos sin líneas espectrales solares mensurables.

Estos elementos buscan señalar que, si bien hay una tendencia de pensar a la cosmoquímica como una disciplina subsidiaria de otras ciencias,

el trabajo realizado por quienes se ocupan de ella, y los resultados que se obtienen, son señales de que está en un mismo nivel epistémico que las otras disciplinas mencionadas.

Dicho lo anterior, en este trabajo se considera que esta mirada “macro-disciplinar” no es lo suficientemente específica, debido a que no muestra el consenso científico de sus participantes directos. Es decir, no da cuenta de cómo es el proceso cognitivo cooperativo realizado por los investigadores, que sirve de parámetro para reconocer de qué manera los usuarios de esta ciencia comprenden a dicha ciencia (Kitcher, 2001). En otras palabras, la ciencia no sucede de *arriba hacia abajo*; esto es, según cómo las disciplinas ven a sus disciplinares pares (p. ej., de cómo la geoquímica o las ciencias planetaria ven a la cosmoquímica), pues la ciencia sucede de *abajo hacia arriba*, es decir, según cómo las prácticas individuales de los científicos contribuyen a diseñar formas de trabajo cooperativo en una particular forma disciplinar (que puede ser unitaria, múltiple, inter, etc.).

Consideramos necesario, e imprescindible para resolver el cuestionamiento planteado al inicio de este escrito, repasar críticamente lo que los investigadores realizan cotidianamente en sus trabajos de cosmoquímica. Como un primer paso, se ha tomado a nuestro propio grupo de trabajo inter-institucional, el cual comprende científicos del grupo de Cosmoquímica del Instituto de Ciencias Astronómicas, de la Tierra y del Espacio (ICATE, CONICET-UNSJ) y del Grupo de Meteoritos y Ciencias Planetarias de la Sociedad Geológica de Chile, y se ha indagado en cómo comprenden a sus prácticas cotidianas, es decir, en ¿qué consiste un día de trabajo investigativo? y ¿cómo proyectan el impacto de su trabajo en el área?³

3 Claramente este no es un trabajo sociológico de la ciencia, o si quiera psicológico de la ciencia, sobre la cosmoquímica, cuyas temáticas exceden completamente lo pretendido quedando, tal vez, para futuros trabajos abordar estas líneas problemáticas. Aunque no se han desarrollado aún labores significativas en esta áreas, se recomienda las siguientes lecturas Cooperdock, E.H.G., Labidi J., Dottin J.W. III, Keisling B. (2020) “Black Lives Matter: Promoting Diversity, Equity, and Inclusion in Geochemistry”, en *Elements*, N° 16, pp. 226-227, y Pourret, O., Pallavi, A., Arndt, S., Bots, P., Dosseto, A., Li, Z., Carbone, J. M., Middleton, J., Ngwenya, B., Riches, A. J. V. (2021) “Diversity, Equity, and Inclusion: tackling under-representation and recognition of talents in Geochemistry and Cosmochemistry”, en *Geochimica et Cosmochimica Acta*, N° 310, pp. 363-371.

Nuestro grupo de trabajo coincide en que su labor científica consiste, principalmente, en un estudio de la composición petrográfica y química de los minerales que componen a los meteoritos. Estudio que trata de encontrar, particularmente, similitudes o diferencias entre los meteoritos y las rocas terrestres, para así obtener una información precisa que permita elaborar una “historia”. El sentido de esta historia es reconstruir ciertas partes o momentos de las condiciones físico-químicas de los reservorios de rocas que se formaron en la *juventud del Sistema Solar*. Lo anterior requiere de un análisis sobre las micro-estructuras que definen a los meteoritos y su génesis (p. ej., temperaturas o presiones a las que se habría expuesto el cuerpo parental del meteorito), es decir, se requiere de una labor de ingeniería inversa sostenida por el desarrollo de instrumentos (como la microsonda electrónica, el microscopio electrónico de transmisión y la espectrometría de masas de iones secundarios), para poner a prueba tanto a las conjeturas que se tienen sobre los orígenes y desarrollos del Sistema Solar, como a las proyecciones que se realizan sobre sus futuros procesos y estados.

Tal labor se les presenta, a este pequeño grupo de trabajo, con una relevancia epistémica tal, que nos llevó a considerar la posibilidad de que exista un giro en los órdenes disciplinares, poniendo “lo que está abajo hacia arriba” pues, una mirada rápida en la práctica de la cosmoquímica, mostraría que al ocuparse de una labor genealógica, esta tendría que estar en una parte superior en la organización del trabajo disciplinar, dejando en segundo lugar, áreas como la geológica, de ciencia de materiales, ciencia de meteoritos, etc. En palabras más sencillas, esta tarea de investigar y comprender la evolución del Sistema Solar no deja de tener que incluir e incorporar múltiples áreas de trabajo para generar una comprensión compleja sobre qué consiste y qué puede significar para nosotros. Pero consideramos que tal giro es una posición apresurada e incorrecta, más bien, entendemos que no opera una “inversión” sino una “transformación” del campo de investigación. Vemos que, en la superposición de todas estas disciplinas, parece que emerge una *zona común*, tal vez un área disciplinar que va más allá de la simple conjunción de estas ciencias, y consideramos que esta zona común es lo que se ocupa de investigar la ciencia denominada “cosmoquímica”. En última instancia, es la visión cosmoquímica integrada con la astrofísica, que permite describir los diferentes estadios de formación de nuestro Sistema Solar.

2. Discusión: La Naturalización de la Cosmoquímica (lo que epistémicamente nos queda)

Entendemos que la cosmoquímica no puede negar su relación con la astrofísica, la geología, la química, la ciencia de los meteoritos o la ciencia de materiales. Tradicionalmente los científicos que trabajan en un área se conectan (o trabajan) con científicos de las otras áreas. Por lo que hay una comunidad, con múltiples círculos de producción institucional. Comunidad expresada en la superposición de investigadores en diversos proyectos de investigación⁴, las cuales están compartiendo saberes y prácticas orientados a los métodos de análisis, de estudio e interpretación de los datos de los meteoritos, principalmente, los que pueden servir como elementos que den información sobre la historia del Sistema Solar. Estos intelectuales e investigadores trabajan continuamente en proyectos financiados, desarrollan distintas áreas o dimensiones sobre el problema de la historia del cosmos, y están participando (mayormente) de los mismos congresos, jornadas y cursos de posgrado⁵, compartiendo sus descubrimientos e inquietudes.

Estas decisiones de trabajo que modelan al perfil del investigador partícipe de la cosmoquímica, evidencian sus elecciones libres y cómo definen a sus prácticas profesionales. Proceso que ha ido generando paulatinamente un consenso científico, desde las formas en cómo se comunican sus estudios o jerarquizan sus investigaciones, hasta cómo se formulan sus problemas significativos contemporáneos. Este es un consenso de *carácter*

4 Otra dimensión de estudio que excede a este trabajo son los estudios institucionales, en donde se analizan qué agentes participan en las universidades, laboratorios e institutos, cómo se relacionan y en qué tareas reinciden. Para esto es ilustrativo, en el área que nos ocupamos y en el territorio sobre el cuál hablamos, el último ejemplar publicado Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales y la Academia Nacional de Ciencias en el 2015 sobre el “Estado y Perspectivas de las Ciencias Exactas, Físicas y Naturales en Argentina”.

5 Esto puede conectarse al problema de la *Sociología de la Ciencia de la Cosmoquímica* o a los *Estudios de la Institucionalización de la Cosmoquímica* que, como se ha mencionado, no puede ser desarrollado aquí. Para lo primero, remitimos a Pourret, O., Pallavi, A., Arndt, S., Bots, P., Dosseto, A., Li, Z., Carbonne, J. M., Middleton, J., Ngwenya, B., Riches, A. J. V. (2021), para lo segundo, remitimos a Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales y la Academia Nacional de Ciencias (2015).

virtual, no explícito, pero sí práctico, en el que se acordó que el estudio de la química de los cuerpos extraterrestres puede darnos indicios de la historia del Sistema Solar. Estudio que se realiza a través de un conjunto de observaciones e instrumentos, guiados con principios metodológicos compartidos, en donde las hipótesis apropiadas son las que han sido inter-socialmente verificadas (como sean los modelos químicos primitivos en la formación del Sistema Solar).

De ser correcta nuestra interpretación, nos deja una imagen un poco más nítida, sin tanta “infección epistémica” como mencionamos anteriormente y, a su vez, sin tanta confusión disciplinar, en donde la cosmoquímica presenta una perspectiva amplia de los fenómenos de un sistema de la realidad conocida. Se entienden que estos fenómenos están íntimamente conectados, de forma recíproca y holística, lo que permite que puedan darse las reconstrucciones sobre la génesis del Sistema Solar. Siendo su objeto de estudio un fenómeno complejo que emerge mediante la aplicación de técnicas y tecnologías específicas de ciertos objetos (p. ej., los meteoritos), pero no depende de los objetos en sí (como sí lo haría una ciencia de los materiales o una ciencia de los meteoritos). Siendo sus sujetos investigadores, un grupo de profesionales que deben incorporar el lenguaje y las prácticas de diversas disciplinas científicas, para lograr esta imagen totalizadora que da la cosmoquímica, a saber: *la evolución de las formas químicas dentro del medio interestelar y los procesos que le dieron lugar*. Esta incorporación de lenguaje y prácticas foráneas, aparentemente irá complejizándose a lo largo de los próximos años, especialmente con la llegada de numerosas misiones espaciales que incluyen el retorno de material extraterrestre a la Tierra para su estudio en laboratorios terrestres. Ello generará íntimas interacciones no sólo entre las disciplinas ya señaladas, sino también con ingenierías que aportan al rubro aeroespacial.

IV. Conclusión a modo de debate

Lo anterior no quiere presentarse como una conclusión inapelable, en realidad, es la invitación a un debate a los colegas pues, claramente, no se han podido incorporar todas las dimensiones necesarias para generar un diagnóstico íntegro de qué implica disciplinariamente la cosmoquímica. Consideramos que es por dónde se debe iniciar el camino, el cual puede permitir no sólo una mayor consciencia en el quehacer de la cosmoquí-

mica sino, también, una resignificación positiva de sus aportes. Ahora, este inicio tiene una consecuencia positiva, pues nos ha señalado algunos callejones sin salida que debemos evitar a la hora de preguntarnos epistémicamente sobre la identidad de la cosmoquímica, a saber:

1. No se puede argumentar que es una *sub-disciplina* porque no es dependiente conceptual y holísticamente ni de la geoquímica o de la astrofísica. Sostener esto sería una postura *ingenua*.
2. No se puede argumentar que es una *disciplina* porque no está aislada de las producciones e investigaciones de otras ciencias. Sostener esto sería una postura *simplista*.
3. No se puede argumentar que es *indisciplina* porque no es ajena a los procesos de institucionalización y de las prácticas científicas normalizadas. Sostener esto sería *negar* los círculos de investigación constituidos, las revistas especializadas y los trabajos publicados en el área.
4. No se puede argumentar que es una *multidisciplina* porque no depende de la suma estricta de un conjunto de disciplinas, en donde, la desaparición de una anularía su existencia. Sostener esto sería una postura *reduccionista*.
5. No se puede argumentar que es una *interdisciplina* porque su objeto de estudio no es el resultado de un simple diseño cooperativo de un conjunto de disciplinas, sino que proviene de una pregunta particular que no abordan las otras ciencias. Sostener esto sería tener una mirada *acrítica*.

Lo anterior no implica que no puedan encontrarse nuevos o mejores argumentos para decir que la cosmoquímica sea una sub-disciplina, una interdisciplina, una multidisciplina, una indisciplina o siquiera un modelo específico de cómo ha sido, es y será el Sistema Solar. Pero sí implica que, de no considerarse otros, y de ser cierto la imagen totalizadora que nos presenta la cosmoquímica de *la evolución de las formas químicas dentro del medio interestelar*, habrá que aceptar que la cosmoquímica es una “transdisciplina”. Debido a que su saber científico es efecto de querer estudiar

un fenómeno que aparece sólo al construir una mirada particular del Sistema Solar, en donde se busca comprenderlo desde su totalidad evolutiva, por lo que se toma (de distintas ciencias) elementos discursos, técnicos y prácticos para crear nuevos discursos, nuevas técnicas y nuevas prácticas científicas que hacen a esta ciencia conocida como “cosmoquímica”.

Referencias

- Anguita Virella, F., y Castilla Cañamero, G. (2010). *Crónicas del Sistema Solar*. Madrid, España: Equipo Sirius.
- Balaram, V. Ramkumar, M., y Akhtar, R.M. (2023). Developments in analytical techniques for chemostratigraphy, chronostratigraphy, and geochemical fingerprinting studies: Current status and future trends. *Journal of South American Earth Sciences*, 129.
- Clayton, D.D. (1982). Cosmic Chemical Memory - a New Astronomy. *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society*, 23(2), pp. 174-212.
- Diez, J.E., y Moulines, C.U. (1997). *Fundamentos de Filosofía de la Ciencia*. Barcelona, España: Ariel.
- Giere, R. (1988). *Explaining Science. A cognitive approach*. Chicago, Estados Unidos: The University of Chicago Press.
- Goderis, S., Chakrabarti, R., Debaille, V., y Kodolányi, J. (2016). Isotopes in cosmochemistry: recipe for a Solar System. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, 31, pp. 841-862.
- Hoppe, P., Cohen, S., Meibom, A. (2013). NanoSIMS: Technical Aspects and Applications in Cosmochemistry and Biological Geochemistry. *Geostandards and Geoanalytical Research*, 37(2), pp. 111-154.
- Kitcher, R. (2001). *El Avance de la Ciencia. Ciencia sin Leyenda. Objetividad sin Ilusiones*. Ciudad de México, México: Universidad Autónoma de México.

McSween Jr, H., y Huss, G. (2021) *Cosmochemistry*. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.

Mickaelian, A. M., Farmanyan, S. V. (2021). Astronomy in the Cross-roads of Interdisciplinary and Multidisciplinary Sciences. *Proceedings of the International Astronomical Union*, 15(367), pp. 1-8.

Pérez Matos, N.E., y Setién Quesada, E. (2008). La interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad en las ciencias: una mirada a la teoría bibliológico-informativa. *ACIMED* 18(4), pp. 1-19.

Shaw, A.W. (2006). *Astrochemistry from Astronomy to Astrobiology*. Estados Unidos: John Wiley & Sons.

Trigo Rodríguez, J.M. (1999). El origen de la vida desde diversas perspectivas. Un acercamiento a la astrobiología desde un punto de vista interdisciplinar. *Mundo Científico*, 198, pp. 65-70.

Varela, M.E. (2015). Meteoritos. Restos Rocosos del Sistema Solar Primitivo. Buenos Aires, Argentina: Vazquez Mazzini.

Zinner, E.R., Moyneir, F., y Stroud, R. (2011). Laboratory technology and cosmochemistry. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(48), pp. 19135-19141.

