Convención, Estructura, Hipótesis

El convencionalismo de Poincaré a la luz de algunas consideraciones metodológicas

María de Paz

Universidad de Sevilla

Hypothesen sind Netze, nur der wird fangen, der auswirft.
Novalis

La posición filosófica de Poincaré, conocida como 'convencionalismo' se ha situado siempre en conexión con problemas acerca del estatuto epistémico de ciertos principios, siendo estos problemas causados por el desarrollo de nuevas teorías científicas. En este sentido, es una filosofía situada típicamente en estrecha conexión con la práctica y el desarrollo de la ciencia. Teniendo en cuenta esta perspectiva, el objetivo de este artículo es mostrar un posible camino que conecte la filosofía de la geometría de Poincaré con su filosofía de la física y la mecánica por medio de la noción de estructura, entendida en el sentido del pensamiento estructuralista en matemáticas. Y la idea es hacerlo pensando la filosofía de Poincaré como surgida de su práctica científica y no como una reflexión de segundo orden sobre la ciencia.

Al utilizar la noción de estructura y el pensamiento estructuralista en matemáticas no se trata necesariamente de una idea o concepto tomada estrictamente de Poincaré, sino de algo que nos pueda servir para interpretar o entender su pensamiento, pese a que en algunos aspectos pueda suponer 'traer algo de fuera'.

El artículo se divide en tres partes. En la primera, nos centraremos en proporcionar una descripción básica de lo que entendemos por estructuralismo matemático con el objetivo de que quede claramente caracterizado aquello a lo que nos referimos al hablar de estructuralismo en la obra de Poincaré. Por tanto, no pretendemos en esta parte realizar una discusión filosófica profunda sobre las implicaciones de esta posición dentro de las matemáticas, sino utilizar esta concepción para repensar algunas ideas del sabio francés. Igualmente, no procuramos presentarlo como un estructuralista, en la medida en que este no es el objetivo central, ni como un proto-estructuralista, sino simplemente mostrar que hay algunos rasgos estructuralistas identificables en su pensamiento que pueden llevar a pensar filosóficamente algunas cuestiones de la manera que él lo hizo. La segunda parte mostrará cómo algunos rasgos de estructuralismo matemático en su manera de abordar la geometría se encuentran conectados con su posición filosófica acerca de esta disciplina. La tercera parte plantea si estas ideas que emergieron a partir de la práctica matemática guardan alguna relación con su aproximación filosófica a la física y a la mecánica.

Antes de abordar la cuestión del estructuralismo matemático, queremos esclarecer que no se pretende aquí proporcionar una interpretación unificadora del convencionalismo geométrico y físico-mecánico de Poincaré, cuya separación en base a su dominio de aplicación hemos defendido en otros lugares (cf. de Paz 2016), sino de establecer una conexión entre las posiciones filosóficas que este autor tiene para estas disciplinas.

Aspectos básicos para una comprensión del estructuralismo matemático

Como he mencionado más arriba, este apartado no trata de una reflexión filosófica detallada sobre el estructuralismo matemático, por lo que no discutiré sus versiones filosóficas más famosas, ya sea la *ante rem* o la *in re* o modal.[1] El objetivo es simplemente retener algunos puntos clave que resultan útiles para interpretar algunos aspectos de la obra y el pensamiento de Poincaré como estructurales o estructuralistas.

En su famoso artículo "Structure in Mathematics", Saunders Mac Lane presentaba la noción básica y general de estructura matemática con las siguientes palabras:

> una lista de operaciones y relaciones matemáticas y las propiedades requeridas para estas, normalmente dadas como axiomas y, a menudo, formuladas de tal manera que son propiedades compartidas por un número de objetos matemáticos específicos posiblemente muy diferentes (Mac Lane 1996, 174).

La idea es, por tanto, que los axiomas que describen las propiedades de ciertas operaciones matemáticas definen estructuras, las cuales son marcos relacionales, o sea, sistemas de relaciones para trabajar, en definitiva, para hacer matemáticas. Algunos casos famosos que analizaba en ese artículo son el concepto de grupo, el espacio métrico y el espacio topológico; existe, así, una pluralidad de nociones de estructura.

La estructura proporciona una descripción rigurosa, pues describe axiomáticamente las propiedades comunes a diversos objetos matemáticos, por lo que presenta un método general de aproximación a esos objetos:

> Un objeto matemático 'tiene' una estructura particular cuando aspectos específicos del objeto satisfacen la lista (estándar) de axiomas de esa estructura (Mac Lane 1996, 176).

Esto significaba, además, presentar este enfoque como un método, como una manera abstracta de hacer matemáticas que puede tener varias ejemplificaciones.

---

[1] Una discusión sobre estas en relación con Poincaré (y Lautmann) puede encontrarse en Heinzmann 2014.

Y es precisamente el método, como una manera de hacer matemáticas y no como una filosofía de la matemática lo que queremos destacar aquí. Por eso es importante la siguiente afirmación:

> el 'estructuralismo metodológico' […] tiene que ver primeramente con el *método*, más que con las cuestiones semánticas y metafísicas que atañen a las otras [versiones del estructuralismo matemático] (Reck 2003, 371).

La idea es, así, presentar una manera de *hacer* matemáticas que consiste en un enfoque general típicamente conectado con los enfoques axiomáticos (dado que los axiomas definen las propiedades de la estructura) sin preocuparse acerca de la naturaleza de los objetos matemáticos, o sea, sin referencia a ningún tipo de ontología:

> El *estructuralismo metodológico* consiste, entonces, en ese enfoque general ampliamente conceptual […]. Un matemático que es un estructuralista metodológico no estará preocupado con la identidad o naturaleza última de los objetos en los diferentes sistemas estudiados (Reck 2003, 371).

Este desinterés por la ontología propio del método estructuralista se traduce, así, en el enfoque conceptual, caracterizado por el estudio no de objetos, sino de estructuras, que son aquellos sistemas definidos por medio de axiomas o condiciones. Esos sistemas, por consiguiente, no son objetos, sino que serán mejor entendidos como conceptos abstractos (de ahí el 'enfoque conceptual') y, consecuentemente, si hay varios sistemas, habrá entonces varias posibilidades conceptuales. Este enfoque conceptual, que emerge a mediados del siglo XIX, se encuentra caracterizado por varias figuras:[2]

> Ellos [Riemann y Dedekind] trataron de situar consistentemente las teorías matemáticas en el marco general más apropiado, de un modo tal que 'las formas externas de representación' fueran evitadas, se eligieran nuevos objetos básicos y se situase una definición de las propiedades internas características de estos objetos (i.e., un concepto fundamental) al principio de la teoría (Ferreirós 1999, 31).

Por tanto, esta caracterización del trabajo metodológico de Riemann y Dedekind es un ejemplo del enfoque estructuralista. En esta perspectiva, las representaciones concretas solo aparecen al final y no al principio de la teoría, por lo que son vistas, de este modo, como un producto del trabajo conceptual.

Así, podemos decir que los aspectos más destacables del estructuralismo en cuanto método para hacer matemática consisten en el estudio de estructuras y no de objetos y que, dichas estructuras corresponden a conceptos abstractos o nociones generales definidos a partir de ciertas características (ya sean condiciones, propiedades o axiomas) que pueden ser aplicables en diferentes contextos. Y se trata de un método para hacer matemáticas y no de una teoría filosófica sobre la ontología o la semántica de las matemáticas porque la elaboración de estas nocio-

---

[2] Stein (1988, 258-259) suma a los nombres de Riemann y Dedekind a los que se refiere Ferreirós, los de Frege, Russell y Whitehead. A estos podrían añadirse otros aún más relevantes en la cuestión del estructuralismo como Hilbert, Hausdorff o Noether.

nes, la elaboración de estructuras es, precisamente, hacer matemáticas y, al mismo tiempo, supone una guía para la investigación matemática (cf. Mac Lane 1996, 181).

Una interpretación estructuralista del convencionalismo geométrico de Poincaré

Una vez caracterizada la noción de estructura de una manera general y entendido el estructuralismo como una metodología matemática y no como una reflexión de segundo orden sobre la misma, veamos si hay un modo de hacer cuadrar estas ideas con la filosofía de la geometría de Poincaré.

El primer problema que se plantea en este punto es que hasta ahora he insistido en un método para la matemática y no en una filosofía sobre ella y, sin embargo, el convencionalismo geométrico es precisamente una filosofía de la matemática (o al menos de una parte de la matemática). Ahora bien, ¿qué ocurre si presentamos esta particular filosofía de la matemática como una consecuencia de la práctica matemática de Poincaré? O sea, ¿puede ser considerada como una consecuencia de su modo de hacer matemática? Por supuesto, dicha presentación no implica en modo alguno que la posición convencionalista sea una consecuencia necesaria o la única consecuencia posible de hacer geometría del modo en el que Poincaré la hizo. Implica, solamente, que es una concepción filosófica que tiene esta práctica en su origen. Esta es, sin duda, la mejor manera posible de resolver esta tensión.

La caracterización estándar del convencionalismo geométrico presenta esta posición como una consecuencia de la aplicabilidad de la geometría a la física o, más bien, al espacio físico:

> Él [Poincaré] defendió el convencionalismo para algunos principios de la ciencia, más notablemente para la elección de la geometría aplicada (la geometría que encaja mejor con la física para una determinada explicación de la realidad). Pero la elección del sistema geométrico no es una convención arbitraria. De acuerdo con Poincaré, elegimos el sistema basado en consideraciones de simplicidad y eficiencia dada la situación general empírica y teórica en que nos encontramos. Junto con las aspiraciones de simplicidad y eficiencia, la información empírica debe iluminar y guiar nuestras elecciones, incluyendo nuestras elecciones geométricas (Folina, IEP).

Esta caracterización está justificada por afirmaciones hechas por el propio Poincaré del tipo:

> La experiencia nos guía en esta elección que no nos impone. No nos dice cuál es la geometría más verdadera, sino cuál es la más *cómoda* (Poincaré 1902, 91).

En este sentido, se trata de una posición filosófica para el conjunto de geometría + física. La caracterización de esta posición que pretendemos presentar aquí es ligeramente diferente. Esto no significa que esta interpretación estándar sea incorrecta, es también la posición de Poincaré. Tan solo, esta parte de su trabajo y de su pensamiento no ocupa el centro de nuestro análisis, pues se trata, de hecho, de dos problemas diferentes, aunque conectados. El primero de ellos es lo que normalmente se denomina como 'el problema del espacio' y se corresponde con la pregunta de qué tipo de geometría corresponde al espacio físico. El segundo problema, que es el que nos ocupa, es el de la pluralidad de geometrías y dada esta pluralidad cuál es su estatuto epistemológico, es decir, se trata de un problema puramente matemático y no de un problema en el que se aborden cuestiones de geometría + física.

Nuestro objetivo es presentar la posición de Poincaré como una posición genuinamente matemática, no como una posición desarrollada para aplicar la matemática al mundo físico; no como una 'filosofía práctica de la geometría', sino simplemente como una filosofía de la geometría, sin tener en vista su aplicación al mundo físico.

Si tomamos en cuenta temas como la teoría de grupos de Lie, a la que Poincaré dedicó intensos esfuerzos (cf. Gray y Walter 1997) y la relación que esta guarda con la noción de estructura, tal y como es señalado por Mac Lane (1996) y otros autores, podemos considerar el enfoque de Poincaré en geometría como situado en la línea estructuralista. De hecho, Poincaré define la geometría como el estudio de un grupo:

> Lo que llamamos geometría no es sino el estudio de las propiedades formales de un determinado grupo continuo; por tanto podemos decir que el espacio es un grupo (Poincaré 1898, 41).

Teniendo en cuenta esta perspectiva, de lo que se trata en geometría, por tanto, es del estudio de ciertas propiedades que definen un grupo y, consecuentemente, la estructura de ese grupo será lo que defina las propiedades del espacio. Poincaré define el espacio como un grupo porque no quiere entenderlo como un objeto matemático, sino como un concepto general. De hecho, afirma que es "solo una palabra que hemos tomado por una cosa" (Poincaré, 2017, xxix).

Así, en geometría, de lo que se trata es de estudiar las estructuras de grupo que están definidas a partir de axiomas que expresan sus propiedades. Pero, ¿qué son los axiomas? La respuesta a esta pregunta es una de las más famosas de Poincaré:

> Los axiomas geométricos no son, por tanto, ni juicios sintéticos a priori ni hechos experimentales. Son convenciones (Poincaré 1902, 66).

Con esta afirmación Poincaré se posiciona filosóficamente respecto al estatuto epistemológico de los axiomas situándolos en un nivel que no corresponde ni al de verdades extraídas de la experiencia ni al de afirmaciones verdaderas en función de nuestras capacidades intelectuales, sino a una suerte de *tercera vía* (cf. Pulte 2000 y de Paz 2014) en la que se sitúan proposiciones que no son ni verdaderas ni falsas, pero que resultan informativas y determinantes para el contenido de nuestra ciencia. Además, el hecho de no ser ni verdaderos ni falsos, sino convencionales implica la posibilidad de que existen axiomas alternativos y, en consecuencia, como los axiomas definen diferentes grupos, habrá varios grupos posibles que respondan a la estructura atribuible a distintos espacios. Esos espacios serán los marcos conceptuales que después intentemos aplicar a la experiencia de una manera también convencional. Pero lo que aquí nos interesa destacar no es esta aplicación en la cual hemos de conjugar la geometría con las leyes de la física, sino el hecho de que los axiomas definen la estructura de grupo y dicha estructura corresponde a un determinado marco conceptual. Como dice DiSalle:

> El espacio […] ya está constituido como un esquema conceptual, empezando con la concepción primitiva de teoría de grupos identificada por Poincaré como la base de nuestro conocimiento espacial elemental (DiSalle 2012, 14).

En consecuencia, las estructuras o marcos conceptuales vienen definidas a partir de axiomas que son, desde la perspectiva de Poincaré, convenciones. Es así como las convenciones definen marcos conceptuales. A partir de la caracterización epistemológica de los axiomas como convenciones, podemos vincular la perspectiva filosófica convencionalista con la aproximación estructural a la geometría, que no es sino un método de *hacer* geometría, de trabajar en esta disciplina: "veamos, pues, actuar al geómetra y tratemos de sorprender sus procedimientos" (Poincaré 1902, 13). Pues en la medida en que existen diferentes estructuras de grupo definidas por diferentes axiomas, Poincaré elabora, a partir de este enfoque, una posición filosófica que permite dar cuenta del estatuto epistemológico de los axiomas sin implicarse en una discusión acerca de su verdad o falsedad. Es decir, al trabajar con el enfoque de grupo, encuentra diferentes posibilidades, por lo que si diferentes grupos son posibles, los axiomas que los definen no podrán tener el estatuto de verdades a priori y, en la medida en que la geometría no es una ciencia que trabaje con objetos empíricos (cf. Poincaré 1902, 164), las afirmaciones que realiza no podrán ser experimentales.

Sin embargo, tenemos que ser conscientes de que esta posición convencionalista para la geometría es solo sobre una parte de la matemática, por lo que cabe aquí preguntarse, si Poincaré sería o no un estructuralista *tout court*, es decir, si su enfoque metódico valdría también para otras ramas de esta disciplina. Cuando exploramos sus afirmaciones en lo relativo a la aritmética y concretamente acerca de la teoría de números, al examinar las cortaduras de Dedekind, afirma:

> Pero contentarse con esto sería olvidar demasiado el origen de esos símbolos; falta explicar cómo se ha ido conduciendo a atribuirles una especie de existencia concreta y, por otra parte, ¿no comienza esta dificultad con los mismos números fraccionarios? ¿Tendríamos la noción de estos números, si no conociéramos de antemano una materia que concebimos infinitamente divisible, es decir, un continuo? (Poincaré 1902, 34).

O sea, con respecto a los números, Poincaré no afirma nada que pueda considerarse claramente estructuralista ni su visión encaja con el enfoque conceptual de otros autores como Dedekind.

En vista del desarrollo posterior de la matemática y el enfoque axiomático y estructural que triunfó en teoría de números, es posible que la visión de Poincaré no resulte adecuada; sin embargo, proceder de una manera estructuralista en alguna rama de la matemática no es incompatible con no utilizar una aproximación estructural para toda la matemática, pues como dice el propio Mac Lane: "nunca fue el caso que toda la matemática refiriese a tales estructuras" (1996, 177).

¿Es posible extender esta interpretación al convencionalismo mecánico?

Una vez examinado el vínculo entre la aproximación metodológica de Poincaré a la geometría y su concepción filosófica de la misma, vale la pena considerar si es posible extender esta conexión y, por tanto, esta interpretación filosófica al convencionalismo físico-mecánico. Partiendo de la idea de que Poincaré utiliza la misma terminología – a saber, la noción de convención – para calificar epistemológicamente tanto los principios de la mecánica como los axiomas de la geometría, cabe preguntarse si hay un vínculo entre estas dos posiciones, pese a que se trate de disciplinas diferentes cuyo estatuto, objeto y estructura Poincaré se encarga cuidadosamente de separar (cf. Poincaré 1902, 162-166).

Pese a esta distinción, sospechamos que hay un elemento metodológico subyacente que puede resultar común, desde la perspectiva de Poincaré, a estas dos disciplinas y, en ese sentido, resulta útil contextualizar históricamente el ámbito en el que surge su concepción física, conocida como la 'física de los principios' (cf. Poincaré 1905, 174 y ss.).

Poincaré describe esta posición como aquella física matemática cuyos principios fundamentales aspiran a proporcionar una descripción general de los fenómenos, sin entrar en descripciones sumamente detalladas de los mecanismos subyacentes. Esta idea se puede enmarcar en un movimiento generalizado de abstracción en la física que comienza con la *Mecánica Analítica* de Lagrange y supone:

> un declive de la justificación empírica *y* metafísica de los conceptos y de las leyes que los combinan. […] Los 'primeros principios' de la mecánica devienen axiomas *formales* de la ciencia en lugar de leyes materiales de la naturaleza (Pulte 2009).

Este enfoque de máxima generalidad en el cual se deja parcialmente de lado la descripción empírica y metafísica subyacente a los principios que estructuran la física matemática puede entenderse también como una forma de hacer física o mecánica, o sea, como un método. Aunque resulta bastante común que las elecciones metodológicas estén conectadas con perspectivas filosóficas, tal y como hicimos en lo que respecta al método geométrico, consideraremos de momento este enfoque como un método propio de una determinada manera de hacer y entender la física. De hecho, Poincaré lo caracteriza como un nuevo modo de hacer física que sustituye el enfoque anterior, conocido como la 'física de las fuerzas centrales' (cf. Poincaré 1905, 171 y ss). Y esta es la forma en que los caracteriza y refiere la transición de uno a otro:

> Renunciamos a penetrar en detalle la estructura del universo, a aislar las piezas de este vasto mecanismo, a analizar una a una las fuerzas que lo ponen en marcha y nos contentamos con tomar como guía ciertos principios generales que tienen precisamente por objeto dispensarnos de este estudio minucioso (Poincaré 1905, 175).

En definitiva, la física de las fuerzas centrales proporciona sus explicaciones en términos de masas y fuerzas en interacción. En cambio, la física de los principios subsume los fenómenos bajo principios generales que son la guía fundamental para comprenderlos.

De este modo, las teorías físicas pueden entenderse como estructuras sofisticadas que son definidas (entre otras cosas) a partir de los principios. La idea de fondo consiste en subsumir varios hechos experimentales o leyes empíricas bajo principios formulados en un abstracto lenguaje matemático que expresa una estructura que puede ser común a varias teorías científicas.

La teoría de Maxwell es un prototipo destacado de esta nueva física matemática porque este autor no se preocupa de los constituyentes últimos de la materia o del éter:

> ¿Qué es el éter, cómo están dispuestas sus moléculas, se atraen o se repelen? Nada sabemos de ellas; pero sabemos que este medio transmite a la vez las perturbaciones ópticas y las perturbaciones eléctricas; sabemos que esta transmisión debe hacerse conforme a los principios generales de la mecánica y esto nos basta para establecer las ecuaciones del campo electromagnético (Poincaré 1905, 127).

El ejemplo de Maxwell le sirve a Poincaré porque la suya es una teoría cuyos conceptos fundamentales (campo, carga, corriente) tienen en esencia un significado macrofísico o macroscópico y no solo porque desconocía hasta qué punto eran aplicables en escalas inferiores, sino – y esto lo más relevante desde la perspectiva metodológica – porque su idea de modelos de éter es la de ilustrar la teoría y no la de responder al cuadro microfísico subyacente. La importancia es la compatibilidad con las ecuaciones, con la forma matemática de la teoría, con sus principios generales. Como describe Giedymin, para la física de los principios el método consiste en

> principios matemáticos abstractos, a menudo sofisticados que son usados para condensar las leyes empíricas o los hechos experimentales comunes a varias teorías (Giedymin 1982, 44).

Esto supone que la misma teoría o estructura es compatible con diferentes modelos físicos. Los principios, por un lado, y el contenido observacional del que la teoría puede dar cuenta, por el otro, son los componentes de la teoría, de tal manera que los principios estructuran la teoría y, precisamente, a la pregunta de qué son los principios, Poincaré proporciona la misma respuesta que había dado con respecto a los axiomas de la geometría: "son convenciones" (cf. Poincaré 1905, 207). De esta forma, tal y como ocurría en geometría, las convenciones definen estructuras, que son, en definitiva, los marcos conceptuales dentro de los cuales realizamos nuestros análisis empíricos. Si pensamos, por ejemplo, en el caso de la mecánica newtoniana, las leyes del movimiento son principios entendidos en el sentido de Poincaré, o sea, convenciones (cf. Poincaré 1902, 110-147). El primer principio (el de inercia) establece el movimiento privilegiado y cualquier alteración de este movimiento de referencia significa que hay una fuerza actuando (en función de la segunda ley del movimiento) y esta puede ser medida (precisamente del modo en que expresa la segunda ley):

> Dentro del marco definido por las leyes de Newton, la investigación de cualquier sistema en interacción puede partir del modelo idealizado más simple y cualquier desviación del comportamiento ideal es informativa (de Paz y DiSalle 2014, xiii).

Gracias a esta concepción de los principios como definitorios de marcos conceptuales, podemos decir que es posible extender la visión estructuralista, al menos en lo que concierne a la perspectiva metodológica, a su filosofía de la física. Pero esto no significa, como hemos señalado más arriba, que el estatuto epistemológico de la física y de la geometría en cuanto a aquello que estas nos permiten conocer del mundo sea exactamente el mismo. La razón es que en las disciplinas físicas el experimento juega un papel mucho más importante que en geometría:

> Entendemos ahora por qué la enseñanza de la mecánica debe permanecer experimental. Solo así podremos comprender la génesis de esta ciencia y esto es indispensable para la comprensión completa de la ciencia misma (Poincaré 1902, 165).

Consecuentemente, existen diferencias entre la geometría y la física, pese a la similitud de su método, y al uso de la noción de convención tanto para los axiomas de la geometría como para los principios de la mecánica.

Consideraciones finales

El objetivo fundamental ha sido establecer una línea que nos permitiera comprender y vincular el convencionalismo geométrico con el físico-mecánico, y esto ha sido posible a través del análisis del método utilizado por Poincaré para aproximarse a estas disciplinas y su caracterización como estructuralista en el sentido de la metodología estructural en matemáticas.

Sin embargo, el título de este artículo además de a estructuras y convenciones, de las que hemos hablado tanto en lo relativo a la geometría como a la física, hace también referencia a hipótesis. Esta referencia no es en modo alguno accidental, no se trata de una tríada aleatoria, sino que, al igual que hay una relación entre el enfoque metodológico estructuralista y la filosofía de la convención, existe también una relación con la noción de hipótesis de la que aquí queremos dejar constancia, pese a que el análisis más pormenorizado de este vínculo quede para otro lugar.

La noción de hipótesis es clave en el marco del pensamiento de Poincaré y de su aproximación a la ciencia y esto queda patente ya desde el título de su primer libro filosófico, *La science et l'hypothèse*. Pero incluso antes de la publicación de esta obra podemos ya constatar la relevancia de una noción que irá ganando peso a lo largo de sus escritos. En 1887 Poincaré publica un artículo titulado "Sur les hipothèses fondamentales de la géométrie". Se trata de un escrito técnico, en el que aborda cuestiones relativas a la teoría de grupos y en el que muestra, por primera vez, la posibilidad de elegir entre diferentes grupos para geometrías de dos dimensiones. Es probablemente en razón de su carácter técnico, desde el punto de vista matemático, por lo que no fue publicado en ninguna de sus obras más filosóficas. Sin embargo, su objetivo es filosóficamente muy relevante, pues se trata de determinar qué tipo de proposiciones son aquellas que se sitúan a la base de la geometría. Y ya desde su título – que sin duda es una clara referencia a la conferencia de habilitación de Riemann de 1854 *Ueber die Hypothesen welche der Geometrie zu Grunde liegen* – califica las proposiciones fundamentales de esta disciplina precisamente como hipótesis. En este artículo no introduce aún la noción de convención, pese a que el vocabulario convencionalista y, fundamentalmente, la posibilidad de elección entre diferentes geometrías se encuentran presentes a lo largo de todo el texto. Ni que decir tiene que el enfoque metodológico es claramente estructural, pues es a partir de la estructura de diferentes grupos como caracteriza las diferentes geometrías.

El objetivo de Poincaré al calificar como hipótesis las proposiciones fundamentales de la geometría es cuestionar su carácter auto-evidente como axiomas. No se trata de verdades a priori, sino que son simplemente proposiciones hipotéticas entre las cuales podemos elegir para formar un grupo u otro y la elección de hipótesis conecta así esta palabra con la noción de convención, las cuales, frente a la auto-evidencia de los axiomas tienen el carácter de ser auto-impuestas y, sin embargo, comparten con los axiomas el poder estructurador, que implica que una vez elegidas, conforman un marco conceptual determinado.

Además, en la introducción de su primer libro filosófico Poincaré explicita el vínculo que existe entre la noción de convención y la noción de hipótesis:

> Veremos así que hay muchas clases de hipótesis […] que otras, por fin, no son hipótesis más que en apariencia y se reducen a definiciones o a convenciones disfrazadas. Estas últimas se encuentran sobre todo en matemáticas y en las ciencias afines. De ellas, estas ciencias toman su rigor. (Poincaré 1902, 2).

A partir de esta cita podemos interpretar que, de manera general, las convenciones son hipótesis (al menos en apariencia). Cuando pensamos lo que esto significa en relación con los principios de la física, lo que se pone de manifiesto es su carácter hipotético, su carácter provisional y no de verdades definitivamente asentadas. Pues los principios, al tener el estatuto de convenciones se caracterizan precisamente por no ser verdaderos ni falsos, dado que son el resultado de grandes abstracciones y generalizaciones y en la medida en que no dan cuenta de los cuadros ontológicos subyacentes, no pueden ser establecidos de manera definitiva para las ciencias de la naturaleza.

De hecho, tratar los axiomas de la geometría y los principios de la mecánica como hipotéticos forma parte de una tendencia general en el siglo XIX cuyo rastro puede seguirse a través de autores como Bernhard Riemann o Carl Neumann:

> La distinción de Newton entre leyes del movimiento o axiomas e hipótesis me parece insostenible. La ley de inercia es una hipótesis (Riemann 1876, 525).

> Tendremos que conceder que para esos principios o hipótesis [de la física…] no puede hablarse de corrección o incorrección, de probabilidad o improbabilidad (Neumann 1870, 12-13).

O sea, tal y como el enfoque conceptual de la matemática representado por la metodología estructural es también un desarrollo del siglo, también lo es la consideración de las proposiciones que se sitúan a la base de las ciencias como hipotéticas. Y es precisamente en la confluencia de estas dos tendencias, donde cabe situar el convencionalismo de Poincaré, tanto geométrico como físico-mecánico.

Agradecimientos Agradezco al proyecto "La génesis del conocimiento matemático: cognición, historia y prácticas" (P12-HUM1216) el apoyo financiero para realizar este trabajo. Agradezco también al Max Planck Institut für Wissenschaftgeschichte en Berlín por la estancia de investigación durante la cual terminé este trabajo. Por último, gracias a José Ferreirós por la lectura cuidadosa y los comentarios aportados.

Referencias

de Paz, M. (2014) "The Third Way Epistemology: A Re-characterization of Poincaré's Conventionalism", in de Paz, M. y DiSalle, R. (eds.), *Poincaré, philosopher of science. Problems and Perspectives*, Western Ontario Series in the Philosophy of Science, 79, New York, Springer, pp. 47-65.

de Paz, M. (2016) *Henri Poincaré: Del Convencionalismo a la Gravitación*, London, College Publications.

de Paz, M. and DiSalle, R. (2014) *Poincaré, philosopher of science. Problems and Perspectives*, New York, Springer.

DiSalle, R. (2012) "Analysis and Interpretation in the Philosophy of Modern Physics", in Frappier, M. et al. (eds.) *Analysis and Interpretation in the Exact Sciences*, New York, Springer, pp. 1-18.

Ferreirós, J. (1999) *Labyrinth of Thought*, Springer, Basel.

Folina, J. "Poincaré's Philosophy of Mathematics", *Internet Encyclopedia of Philosophy*.

Giedymin, J. (1982) *Science and convention: Essays on Henri Poincaré's Philosophy of Science and the Conventionalist Tradition*, Oxford, Pergamon Press.

Gray, J. J. y Walter, S. (1997) *Trois suppléments sur la découverte des fonctions fuchsiennes*, Berlin/Paris, Akademie Verlag/Albert Blanchard.

Heinzmann, G. (2014) "Does the French Connection (Poincaré, Lautman) Provide Some Insights Facing the Thesis That Meta-mathematics Is an Exception to the Slogan That Mathematics Concerns Structures?", in in de Paz, M. y DiSalle, R. (eds.), *Poincaré, philosopher of science. Problems and Perspectives*, Western Ontario Series in the Philosophy of Science, 79, New York, Springer, pp. 113-124.

Mac Lane, S. (1996) "Structure in Mathematics", *Philosophia Mathematica*, 3 (4), pp. 174-183.

Neumann, C. (1870), *Ueber die Principien der Galilei-Newton'schen Theorie*, Leipzig, Teubner. Trad. eng. G. Freudenthal "On the Principles of the Galilean-Newtonian Theory", *Science in Context*, 6 (1), pp. 355-368, 1993.

Poincaré, H. (1887) "Sur les hypothèses fondamentales de la géométrie", *Bulletin de la Societé Mathématique de France*, 15, 203-216

Poincaré, H. (1898) "On the Foundations of Geometry", *The Monist*, 9, pp. 1-43.

Poincaré, H. (1902) *La Science et l'Hypothèse*, Paris, Flammarion (Reed. 1968).

Poincaré, H. (1905) *La valeur de la Science*, Paris, Flammarion (Reed. 1970)

Poincaré, H. (2017) "Author's Preface to the Halsted Edition", en Poincaré, H. *Science and Hypothesis. The Complete text*, ed. M. Frappier y D. J. Stump, Londres, Bloomsbury.

Pulte, H. (2000) "Beyond the Edge of Certainty: Reflections on the Rise of Physical Conventionalism", *Philosophia Scientiae*, 4 (1), pp. 47-68.

Pulte, H. (2009) "From Axioms to Conventions and Hypotheses: The Foundations of Mechanics and the Roots of Carl Neumann's 'Principles of the Galilean-Newtonian Theory'", in Heidelberger, M. y Schiemann, G. (eds.) *The Significance of the Hypothetical in the Natural Sciences*, Berlin, de Gruyter, pp. 77-98.

Reck, E. (2003) "Dedekind's Structuralism: An Interpretation and Partial Defense", *Synthese*, 137, pp. 369-419.

G. (1876) *Gesammelte mathematische Werke und wissenchaftlicher Nachlass*. Ed. H. and R. Dedekind, Leipzig, Teubner.