

RECUERDE LAS PAUTAS FORMALES DE UN TEXTO:

LETRA: Arial 11 o Times New Roman 12

PÁRRAFO JUSTIFICADO, INTERLINEADO: 1.5

MÁRGENES: Superior e Izquierda: 2.5; Inferior y Derecha: 2.0

LA CIENCIA Y LA HIPÓTESIS

Protocolo N° 10 de los capítulos IV. *El Espacio y la Geometría* y V. *La Experiencia y la Geometría*

**Participantes:** Luz Jessica Noriega, Carlos Dayro Botero, Ana María Ayala, Leonardo Cárdenas, Adriana Madriñan Molina, Fabián González, Henry David Pinto, Carlos Adolfo Rengifo, Dawini Rengifo, Johnny Garcés (expositor), Andrea Rodríguez (expositora), Germán Guerrero Pino (profesor), Marcela Estrada (protocolante).

UNIVERSIDAD DEL VALLE, Facultad de Humanidades, Departamento de filosofía  
Diciembre 10 de 2008

PREÁMBULO (o INTRODUCCIÓN)

Este protocolo recoge la discusión de la sesión del 3 de Diciembre de 2008, acerca de la concepción de espacio geométrico del matemático Henri Poincaré, la cual fue rastreada en el libro *La ciencia y la Hipótesis* en los capítulos IV y V. El presente documento acopia dos momentos de la sesión: el primero, formulación de preguntas acerca de la exposición y el segundo, resolución de las mismas a partir de lo aportado por cada estudiante.

Luego de la lectura y revisión del protocolo de la sesión anterior, se dio paso a la exposición de la concepción de espacio de Poincaré por parte de los estudiantes Andrea Rodríguez y Johnny Garcés. Las exposiciones se ocuparon del capítulo IV "*El Espacio y la Geometría*" principalmente. Las preguntas que surgieron acerca del tema y que propiciaron la discusión fueron:

PREGUNTAS QUE SE PLANTEAN LUEGO DE LA EXPOSICIÓN

1. ¿Cuál es la esencia de la postura de Poincaré?
2. ¿Por qué debe la geometría conocer las propiedades de los cuerpos?
3. ¿De qué tipo son los juicios de la geometría: analíticos, sintéticos, sintéticos *a priori*, analíticos *a posteriori*, etc.?
4. Sobre el problema de la ley de homogeneidad
5. ¿Cómo se vincula la experiencia con la geometría? o ¿Qué papel juega la experiencia en la construcción de la geometría?
6. ¿Por qué un cuerpo puede cambiar su estado cuando se mueve?, lo que suscito la pregunta ¿qué hemos de entender cuando se dice que los cuerpos cambian, tienen una variabilidad?
7. ¿Qué es el convencionalismo en Poincaré?
8. ¿Es suficiente la geometría euclidiana para examinar los cuerpos sólidos?

9. ¿Hay una defensa de Poincaré de la geometría euclidiana?; si la respuesta es afirmativa, ¿cuáles son sus razones?
10. ¿Qué quiere decir Poincaré con el ejemplo del mundo no-euclideo?

### DESARROLLO DE LA SESIÓN DE CLASE (o RESUMEN)

La discusión es inducida por el profesor quien inicia proponiendo las siguientes afirmaciones que resumen en buena medida la posición de Poincaré sobre la geometría: primera, la geometría es una convención; segunda, no es verdadera ni falsa, esto aplica tanto para la euclidea como para las no-euclideas; y tercero, las geometrías no se contradicen en términos de la experiencia, es decir, que aunque las geometrías sean contradictorias entre ellas, pueden dar cuenta de los mismos fenómenos: “ninguna experiencia estará jamás en contradicción con el postulado de Euclides; asimismo, ninguna experiencia estará jamás en contradicción con el postulado de Lobachewski”<sup>1</sup>. En lo subsiguiente, la discusión gira en torno al espacio geométrico y no al psicológico o representativo.

El gran aporte de Poincaré fue hacer un análisis del estatus del conocimiento geométrico, pues anteriormente se creía que la geometría euclidiana era la única y verdadera geometría que describía la naturaleza del mundo; no obstante, la pregunta por la veracidad o falsedad de una geometría no tiene sentido, arguye Poincaré, “Entonces, ¿qué se debe pensar de esta pregunta? ¿Es verdadera la geometría euclidiana? La pregunta no tiene ningún sentido. Es lo mismo que preguntarse si el sistema métrico es verdadero y las antiguas medidas falsas; si las coordenadas cartesianas son verdaderas y las coordenadas polares falsas. Una geometría no puede ser más verdadera que otra; solamente puede ser más cómoda.”<sup>2</sup>. Con el surgimiento de las nuevas geometrías, la euclidea como la verdadera geometría de la estructura del espacio fue puesta en tela de juicio. La geometría, entonces, paso al plano de lo comprobable por medio de la experimentación y la observación como cualquier otra ciencia; ésta no podía ser la excepción luego de la revolución científica del siglo XVII donde las verdades generales y teóricas acerca de la naturaleza de las cosas se basan en datos obtenidos por la experiencia. Parece ser por esto que el conocimiento de los cuerpos y sus propiedades, así como las leyes físicas de los mismos, es indispensable para la geometría “*Por tanto, si no hubieran cuerpos sólidos en la naturaleza, no habría geometría*”<sup>3</sup>; en relación a esta cita se podría objetar que justamente la aparición de otras geometrías se dio por el estudio de cuerpos no sólidos, empero cuerpos variables y deformaciones, o cambios de posición y de estado solo son distinguibles basándonos en los cuerpos sólidos ya conocidos (Cf. P. 74). En consecuencia, según el tipo de objetos distinguidos, aplicaremos uno u otro tipo de geometría para su estudio.

<sup>1</sup> POINCARÉ, Henri. La ciencia y la hipótesis. Espasa-calpe, S. A., Argentina, 1943, p. 85.

<sup>2</sup> Ibid., p. 62.

<sup>3</sup> Ibid., p. 74.

La geometría dejó de ser una ciencia verdadera acerca de la naturaleza del mundo solo por inferencia lógica de verdades evidentes en sí mismas y cognoscibles por la razón pura, para ser, como la química y la física, una ciencia que solo la experiencia puede guiar; sin embargo, a través de la experiencia del mundo físico no se determina una sola geometría; tenemos que, teorías distintas pueden ser empíricamente equivalentes, es decir, que sistemas distintos dan cuenta de la misma experiencia. Ejemplo de ello son las geometrías euclidiana, elíptica o hiperbólica, sistemas diferentes los cuales pueden dar cuenta de un mismo fenómeno “Es, pues, imposible imaginar una experiencia concreta que pueda ser interpretada en el sistema euclideano y que no lo pueda ser en el sistema lobachewskiano”<sup>4</sup>. En razón de que la experiencia deja indeterminada la geometría, para Poincaré no queda otro camino, ante la necesidad de la escogencia de una, que elegirla por convención, por comodidad.

Lo planteado anteriormente lo podemos sintetizar del siguiente modo. Los juicios de la geometría no pueden ser sintéticos *a priori* como lo pensaba Kant, porque “entonces se nos impondrían con tal fuerza que no podríamos concebir la proposición contraria, ni construir sobre ella un edificio teórico. No habría geometría no euclideana.”<sup>5</sup> Tampoco, solamente sintéticos, pues no representan la realidad tal cual; nuestros sólidos *reales* varían mientras que los sólidos de la geometría deben ser invariables, de lo contrario ésta no sería una ciencia exacta, sería una falsa ciencia. Ni exclusivamente analíticos porque requieren de la experiencia aunque no haya una relación directa con ella. Por esto los juicios de la geometría son convenciones.

Para mostrar que el espacio geométrico no es un marco impuesto a nuestras representaciones, sin opción de reconocer otras geometrías distintas a la euclideana, y que no existe una geometría verdadera frente a las demás, Poincaré introduce el experimento del disco con condiciones de un mundo esférico, donde la temperatura no es uniforme, es máxima en el centro y alcanza los 0 K en el límite; todos los cuerpos tienen las mismas propiedades de dilatación, así se contraerán o dilatarán según la temperatura; y finalmente cuando un objeto se trasporte de un lugar a otro se pondrá en equilibrio calórico. Este mundo no euclideano pondrá en evidencia, entre otras cosas, que el cambio de leyes físicas implica una modificación en la geometría, ya que la geometría y estas leyes forman un mismo sistema; contrario a lo que decía Leibniz para quien eran cosas independientes. Las leyes según las cuales se comportan los cuerpos bajo estas condiciones, exigirán pues una geometría diferente, acorde con las propiedades físicas de este mundo. Mientras que los seres de este mundo lo verán infinito,

---

<sup>4</sup> Ibid., p. 85.

<sup>5</sup> Ibid., p. 61.

nosotros lo veremos limitado, si para nosotros la geometría estudia las leyes de los cuerpos sólidos invariables, para ellos la geometría estudiara movimientos de sólidos deformados por la temperatura ¿Qué geometría se concibe en este mundo? Parece ser la de Lobachewski. No obstante, Poincaré asegura que el mundo tal como nos llega a la percepción, es más euclidiano que de otro modo; aunque los sólidos del mundo presenten variaciones, éstas son tan mínimas e irregulares que son despreciables, por lo cual nos es más natural pensar en cuerpos sólidos invariables. Otro de los aportes de este experimento es manifestar la importancia de la experiencia para la construcción de la geometría, pese a que esta no es literalmente una ciencia experimental, caería en error si desestimara por completo los aportes de la experimentación y la observación del mundo circundante.

Ante el intento por encontrar una geometría más acertada, que represente el mundo físico, las observaciones astronómicas relacionadas con el paralaje parecen dar luz sobre aquella geometría. Del cambio de posición del objeto en el paralaje puede resultar una triangulación euclídea o no; si es no-euclídea, podemos optar entre dos posibilidades: la primera cambiar la geometría manteniendo las leyes físicas señaladas por el paralaje y la segunda mantener la geometría modificando las leyes. Con los nuevos descubrimientos en la física moderna, sin duda se han postulado nuevas geometrías intentado acoplarse con el mundo físico que se nos ha revelado en los últimos siglos, sin embargo, para Poincaré la geometría euclídea sigue siendo la más cómoda y la más simple, parece afirmar que estaríamos inclinados a modificar las leyes de la física a costa de mantener una geometría más conveniente en términos pragmáticos.

Es clara una apuesta de Poincaré por la geometría euclídea, para él esta se presenta como la más cómoda en razón de su simplicidad; sin olvidar que este principio de simplicidad es conveniente siempre y cuando se dé cuenta de los fenómenos. Normalmente los cuerpos que se relacionan en el espacio físico, no son cuerpos sólidos, son cuerpos variables que están sujetos a cambios que dificultan una construcción geométrica exacta, por lo que se hace necesario trabajar con el supuesto de cuerpos sólidos como lo hace la geometría euclídea “la necesidad de la geometría se basa en el hecho de que el espacio es un componente de nuestra percepción del mundo y la geometría euclídea describe la estructura de lo percibido que es aportado a la percepción por la mente perceptora”<sup>6</sup>. He aquí un Poincaré conservador en el sentido de la geometría euclídea.

Se ha dicho que optar por una geometría es una convención, entonces ¿cómo entender el convencionalismo en Poincaré? Como las preposiciones de la geometría no son juicios

---

<sup>6</sup> SKLAR, Lawrence. *Filosofía de la física*. Alianza, Madrid, 1994, p. 88.

sintéticos *a priori*, ni ella es una ciencia netamente experimental, aunque está guiada por la experiencia en virtud de no caer en contradicción; el convencionalismo consistirá en acordar cual de las geometrías, entre las que existen, debe ser adoptada para el estudio de las leyes de los fenómenos de desplazamiento<sup>7</sup>. Como se menciono líneas atrás, puesto que no hay nada en los hechos o en la experiencia que determine la geometría correcta o verdadera, nos corresponde a nosotros decidir que descripción dar al mundo en este sentido. Así la adopción de una geometría como la más correcta o adecuada en virtud de su objeto de estudio, se hace por convención.

La convención es escoger un sistema, pese a todos los sistemas equivalentes existentes, y estudiar todos los fenómenos a partir del sistema adoptado. Es una elección entre una multiplicidad de posibilidades. Para el caso de la geometría este sistema puede ser el euclideo, el elíptico o el hiperbólico. Esta convención es posible porque la experiencia no determina una sola geometría y en general ninguna experiencia determina una única teoría física, pese a concepciones realistas. El empirista es conciente de que muchas experiencias o solo una se puede organizar de varias maneras, es decir, en varias teorías: el siguiente esquema manifiesta la unidad de la geometría y la física en un sistema, en una teoría científica; donde se presenta una relación de condicionamiento por parte de la geometría<sup>8</sup>, según Poincaré.

$$\text{Teoría} = \text{Geometría} * \text{Física}$$

$$T_1 = G_e * F_1$$

$$T_2 = G_l * F_2$$

*T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> son teorías que dan cuenta del mismo fenómeno*

La necesidad de revisar nuestros sistemas teóricos ante una refutación con la experiencia, pongamos por caso que en las mediciones del paralaje nos encontramos con una triangulación no-euclidea, es posible elegir entre dos caminos, dado que la geometría y las leyes físicas forman un todo, son partes de un mismo sistema teórico: en el caso T<sub>1</sub>, podemos mantener la geometría euclidea (G<sub>e</sub>) y modificar las leyes de la física (F<sub>1</sub>) o, el caso T<sub>2</sub>, podemos cambiar de geometría, optar por la no-euclidea (G<sub>l</sub>), y mantener las leyes físicas (F<sub>2</sub>).

Algunas cuestiones como los movimientos correlativos y la ley de homogeneidad no fueron desarrolladas completamente en la discusión, de manera que solo se dijo de los movimientos correlativos que son movimientos voluntarios, relativos al movimiento de los objetos que nos

<sup>7</sup> Lo cual es justamente el objeto de la geometría.

<sup>8</sup> Este condicionamiento hace referencia al hecho de que si las leyes físicas contradicen la geometría, ellas se verán el la necesidad de ser modificadas.

rodean, para corregir el cambio de posición de aquellos objetos de nuestra percepción. Esto es que cuando un cuerpo se desplaza, con movimientos apropiados, nosotros debemos colocar nuestros órganos de los sentidos en la misma posición relativa respecto a ese cuerpo para obtener la misma percepción inicial (cf. P. 73). En cuanto a la ley de homogeneidad realmente no se dijo mucho, solo que ésta implicaba interiorizar los movimientos correlativos voluntarios. De acuerdo con Poincaré, son este tipo de movimientos correlativos de nuestros órganos los que nos llevan a construir un tipo de geometría u otro.

## CONCLUSIONES

Para concluir, Poincaré no es ni newtoniano, ni leibniziano, ¿cuál es entonces la esencia de la propuesta de Poincaré? Para él el espacio no es una sustancia al estilo de Newton y tampoco es completamente un concepto, solo lo es, en la medida en que tiene ver con las relaciones de los objetos. Para Poincaré el espacio físico es el espacio en el que se dan los acontecimientos materiales; argumenta que no sabemos nada de la existencia de un espacio físico por ningún conocimiento perceptual directo, sino por inferencia de lo que percibimos directamente, esto es, los cuerpos y sus fenómenos “Inferimos la existencia del mundo físico, incluido el espacio físico, y su naturaleza como una hipótesis explicatoria para dar cuenta del orden y de la regularidad que experimentamos en nuestras percepciones directas”<sup>9</sup>. Lo que hacemos entonces es hablar de relaciones espaciales, al estilo leibniziano. Por lo tanto solo nos es permitido dar cuenta de estas relaciones espaciales o geométricas entre objetos, guiados por la experiencia. No obstante, tales relaciones deben estar presupuestas en nuestros sistemas teóricos. Como convencionalista opta por la geometría euclidiana, ya que no niega que debe haber una estructura para las relaciones de los objetos pero tomando partida por aquella geometría que de cuenta de los cuerpos sólidos de nuestra experiencia.

**TAMBIÉN ES POSIBLE -SI ASÍ USTED LO PREFIERE- DIVIDIR EL DESARROLLO DE LA IDEAS, ES DECIR, EL RESUMEN, EN TÍTULOS QUE SEÑALEN APARTADOS O SUBTEMAS.**

---

<sup>9</sup> SKLAR, Lawrence, *Op. Cit.*, p. 89.