

De la Axiomática y la Historia

en la síntesis de la mecánica clásica

Por Lic. Félix Ibarra Castor.

El génesis de las ideas científicas se oculta discretamente en la oscuridad de los métodos antiguos y olvidados. Esta afirmación encierra una tesis central: las formulaciones científicas modernas no se originan tal y como la lógica podría dictar, sino que están profundamente arraigadas en un proceso histórico de evolución conceptual.

Me permitiré hablar brevemente al lector sobre el contexto que dio origen a la idea del presente escrito y la consideración de esta tesis. Tras una precisa exposición sobre la naturaleza de los campos, el profesor destacó la importancia de una correcta interpretación de las soluciones a las ecuaciones que describen tales objetos. Fue entonces que se formuló una pregunta, natural en la curiosidad de todos nosotros:



¿CÓMO ES QUE A ALGUIEN SE LE PUDO HABER OCURRIDO TODO ESTO?

La respuesta del profesor me permitió formular una sentencia que tenía potencial para ser sometida a análisis: el proceso de investigación en las ciencias no suele ser como se nos presenta, y muchas veces el avance científico está más motivado por una

inocente curiosidad que por una conclusión lógica derivada de un formalismo premeditado y organizado. Esta situación germinó en la idea de explorar el origen de las ideas científicas, en particular el caso de mi especial interés, la mecánica clásica, y cómo este proceso conduce a una síntesis, valiosa por sus novedosas conclusiones, pero que también lleva consigo cierta desilusión. No solo a la noción intuitiva del movimiento, en el sentido de la obra de Mach, sino también al alto grado de síntesis matemática de la teoría.

La obra que alcanzó el grado más alto de refinamiento conceptual y matemático en el estudio del movimiento de los cuerpos, dando una elegante generalización a la tradición newtoniana, la *Mécanique Analytique* de Lagrange, consiente la tesis inicial [1]. Años antes de la publicación de esta obra, el autor ya anunciaba que tales métodos permiten “seguir paso a paso el progreso del análisis, y apreciar cómo los métodos simples y generales nacen de procedimientos complicados e indirectos” [2]. Parece, entonces, que ninguna noción mecánica moderna es ajena a su pretérita y tumultuosa formulación, siempre que se encuentre en proceso de perfeccionamiento y síntesis. De esta forma, la naturaleza final que adopte tal noción estará encadenada a su historia de definiciones.

Un ejemplo notable de este proceso de síntesis lo encontramos en los axiomas de la geometría euclidiana, tal como fueron reformulados por Hilbert.

Dado un conjunto de axiomas independientes y no contradictorios, se pueden construir tantos modelos de ciencias como combinaciones posibles existan entre ellos. Es entonces que el descubrimiento de las geometrías no euclidianas

sugiere, pues, que tanto las nociones del formalismo anterior como su posterior desarrollo y refinamiento cimientan los caminos de la formulación lógica del tópico. Históricamente, las discusiones sobre la causa y el propósito del movimiento dieron origen a las primeras hipótesis dinámicas, y con ello, a una serie de conceptos que sirvieron como base para la axiomatización de esta disciplina. La causa astronómica lideró este proceso de planteamiento de nociones comunes en el desarrollo de la mecánica del siglo XVII, por lo que las consideraciones sobre el movimiento de los cuerpos celestes sirvieron como fundamentos primigenios que explicaban la causa y el propósito del movimiento de todo cuerpo. La tradición cartesiana de la época dictaba que el movimiento celeste era causado por fluidos y vórtices, dominando el análisis e imaginario colectivo de la sociedad científica de la época [3]. No fue sino hasta la construcción de la mecánica de Newton, basada

en tres pilares fundamentales:

- El movimiento circular uniforme
- El movimiento acelerado rectilíneo
- El movimiento de los cuerpos en colisión [4]

que una axiomatización de la mecánica fue finalmente concebida en los *Principia*, enalteciendo la tradición griega impulsada por Euclides en los *Elementos*.



Caracterizados por un lenguaje oscuro y extensas demostraciones preliminares, Newton ofrece, tanto en los *Principia* como en la *Óptica*, una exposición organizada de proposiciones y corolarios que dan forma a un tratado de lógica escondido en una obra sobre la naturaleza del movimiento. Ha sido comentado en la literatura, que la organización axiomática de la *Óptica* fue posterior al desarrollo fundamental de las ideas que la componen, pues en la correspondencia recopilada, se deja ver la verdadera metodología basada en cuestionamientos fugaces y verificación experimental del autor [5]. La semilla que permitió a Lagrange y Hamilton refinar, como estocada final, el movimiento generalizado, se encontró, como bien reconocen Mach y Fraser, en el análisis de estos métodos que en su época se consideraron tradición.





La noción instintiva del movimiento es algo a lo que le otorgamos un gran valor lógico debido a que nos parece no haber interactuado de ninguna manera con el establecimiento de dicha noción [6]. ¿Es esta noción instintiva, extensible a una noción análoga meramente matemática? Luego de la síntesis del método mecánico (llamemos así a las formulaciones contemporáneas), conclusiones sobre las que no objetamos una intervención personal directa de su establecimiento, emergen a la luz de la comprensión en una forma lógica y elegante desde las matemáticas, no solo desde la noción instintiva mecánica.

La síntesis del método mecánico nos otorga tanto la revelación de nuevos principios e invariantes, como aquella desilusión que Mach asociaba a los descubrimientos de tales principios. Y una vez más, nos encontramos con que “la maravilla no es maravilla”, según Stevin [7]. Sin embargo, desde este punto de vista, no es la noción instintiva la que predice tal sentimiento, sino que ahora es la síntesis matemática la que nos anuncia las conclusiones naturales.