



A EPISTEMOLOGIA DA REPRESENTAÇÃO EM DESCARTES E SUA REPLICAÇÃO NA TERMODINÂMICA.

Jojomar Lucena da Silva¹

¹ FFLCH/USP, jojomar@usp.br

Resumo

A contribuição de Descartes às ciências naturais é frequentemente sintetizada em sua abordagem mecanicista, operacionalizado através da redução dos fenômenos físicos a movimento e extensão. Entretanto, a essa abordagem subjaz uma questão epistemológica com consequências para toda a física. Em perspectiva, é possível defender que Descartes advoga por uma multirepresentatividade de problemas, especialmente em matemática, sendo que das representações mais exploradas por ele (mecânica, geométrica e algébrica), a mecânica é extensamente empregada para descrever o movimento dos animais e o funcionamento da razão humana. Que a ciência seja uma atividade de resolução de problemas e que, para tanto, a multirepresentatividade tenha algo a nos ensinar sobre a praxis e a história da ciência, são pontos que pensadores da ciência têm salientado ao longo século XX. Na Física, um lugar privilegiado onde é possível vislumbrar a fertilidade dessa abordagem é a Termodinâmica. Primeiramente, Sadi Carnot propõe uma máquina térmica ideal a partir do modelo da máquina mecânica de queda d'água (representação mecânica), que se torna, ela mesma, uma lei fundamental. Na sequência, Clapeyron representa essa máquina em um diagrama pressão por volume (representação geométrica), numa tentativa de determinar valores para a chamada função de Carnot. Posteriormente, quando Clausius define essa função por argumentos atomistas, o estratagema de Clapeyron é usado para estabelecer uma equação da mudança de estado da matéria. Semelhantemente, Maxwell justifica as relações que levam seu nome. Essa abordagem ressalta o fato que a resolução de problemas requer representações adequadas. No ensino, a valorização dessas estruturas linguísticas específicas (representações) com as quais algoritmos - correspondentes a resolução de problemas – tornam-se traduzíveis em leis naturais, expande o horizonte de aplicabilidade dessas ferramentas e elucida que o progresso científico exige a expertise nessas linguagens e criatividade na formulação de algoritmos.

Palavras-chave: *Mecanicismo cartesiano; Representações; Geometria analítica; Máquina de Carnot; Diagrama pressão por volume.*

Abstract

Descartes' contribution to the natural sciences is often summarized in his mechanistic approach, operationalized through the reduction of physical phenomena to motion and extension. However, underlying this approach is an epistemological issue with consequences for the entirety of physics. From a broader perspective, one may argue that Descartes advocates for a multirepresentativity of problems, particularly in mathematics. Among the representations most extensively explored by him (mechanical, geometrical, and algebraic), the mechanical one is widely employed to describe both the movement of animals and the functioning of human reason. The idea that science is an activity of problem-solving, and that multirepresentativity has something to teach us about both the praxis and the history of science, has been emphasized by philosophers of science throughout the twentieth century. In physics, thermodynamics represents a privileged field in which the fruitfulness of this approach can be discerned. To begin with, Sadi Carnot proposed an ideal heat engine based on the model of the mechanical waterwheel (a mechanical representation), which itself became a fundamental law. Subsequently, Clapeyron represented this machine on a pressure–volume diagram (a geometrical representation), in an attempt to determine values for the so-called Carnot function. Later, when Clausius defined this function through atomistic arguments, Clapeyron's stratagem was employed to establish an equation for the change of state of matter. In a similar fashion, Maxwell justified the relations that now bear his name. This approach highlights the fact that problem-solving requires adequate representations. In education, the appreciation of such specific linguistic structures (representations), through which algorithms—corresponding to problem-solving—become translatable into natural laws, broadens the applicability of these tools and makes clear that scientific progress demands both expertise in these languages and creativity in the formulation of algorithms.

Keywords: *Cartesian Mechanicism; Representations; Analytic Geometry; Carnot Engine; Pressure–Volume Diagram.*

Agradecimentos

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Referências

- CARNOT, S. *Refleçons on the motive power of heat*. New York: John Wiley & Sons, 1897.
- CARNOT, L. *Principes fondamentaux de l'équilibre et du mouvement*. Paris: Deterville, 1803.

CHIAPPIN, J. R. N. A concepção metafísica de Descartes da ciência e da representação mecanicista da natureza. *Discurso*, 1, 43, p. 253–290, 2013.

CLAPEYRON, B.P.E. Mémoire sur la puissance motrice de la chaleur. *Journal de l'Ecole Polytechnique*, XIV (1834): 153-190.

CLAUSIUS, R. The mechanical theory of heat, with its applications to steam-engine and to the physical properties of bodies. London: John Van Voorst, 1867.

DESCARTES, R. *Meditações metafísicas*. São Paulo: Martins Fontes, 2005.

DESCARTES, R. *Discurso do método & ensaios*. São Paulo: Unesp, 2018.

HACKING, I. Representing and intervening: introductory topics in the philosophy of natural sciences. Cambridge: Cambridge University Press, 1983.

LAKATOS, I. The methodology of scientific research programmes, vol.I. Cambridge: Paperback Library, 1980.

LUCENA, J; CHIAPPIN, J.R.N. A geometria como instrumento heurístico da reformulação da termodinâmica na representação de ciclos para a de potenciais. *Principia: an International Journal of Epistemology*, 21, 3, p. 291-315, 2017.

LUCENA, J.; LARANJEIRAS, C.C.; CHIAPPIN, J.R.N. The mechanical representation of knowledge: from Descartes' mechanized geometry to Carnot's heat engine. *Transversal: International Journal for the Historiography of Science*, 14, p. 1-19, 2023.

LUCENA, J.; CHIAPPIN, J.R.N.; LARANJEIRAS, C.C. Gibbs' rational reconstruction of thermodynamics according to the heuristic tradition of Descartes' analytical method. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 41, 1, p. 1-15, 2018.

LUCENA, J.; LARANJEIRAS, C.C.; CHIAPPIN, J.R.N. The heuristic power of representation in Descartes: reflections on its role in thermodynamics. *Ciencia y Filosofia*, 13, 14, p. 25-55, 2025.

MAXWELL, J.C. *Theory of heat*. London: Longmans, Green and CO, 1872.

POPPER, K.R. *A lógica da pesquisa científica*. São Paulo: Editora Cultrix, 1972.