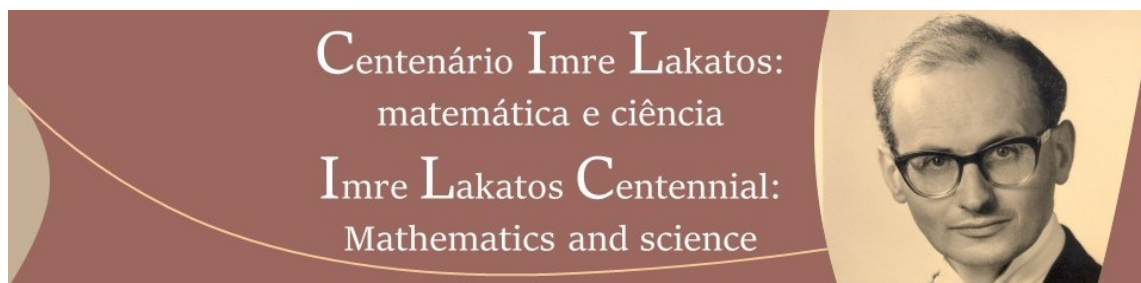


# Programa & Caderno de Resumos



Colóquio realizado no Dept. de Filosofia, FFLCH, Universidade de São Paulo, de 7 a 11 de novembro de 2022. Trata-se de um evento alusivo ao centenário de nascimento do filósofo da ciência e filósofo da matemática, o húngaro Imre Lakatos (1922-1974). O evento contou com pesquisadores, professores e alunos sobretudo das áreas de História e Filosofia da Ciência, da Matemática e da Filosofia da Matemática, Ensino de Ciências e Educação Matemática, do Brasil e da Argentina, além de dois convidados da Inglaterra. O link do evento é <https://filosofia.fflch.usp.br/eventos/7061>.

**Organizadores:** Osvaldo Frota Pessoa Jr. (USP), Miguel Ângelo Flach (doutorando, USP), Henrique Marins de Carvalho (IFSP-SP), Virgínia Cardia Cardoso (UFABC), Caetano Ernesto Plastino (USP).

Programa final .....	2
Resumo das Palestras e Mesas-redondas .....	5
Resumo das Comunicações .....	16

Depto. de Filosofia, FFLCH, Universidade de São Paulo

2022

# Programa Final

Depto. de Filosofia – FFLCH – USP – Sala 8

## Segunda-feira, 07/11

10h.-12h.: Minicurso Lakatos e a Filosofia da matemática, parte 1  
(Virgínia C. Cardoso & Henrique M. Carvalho)

18h.-20h.: Minicurso Lakatos e a Filosofia da ciência, parte 1  
(Miguel A. Flach)

## Terça, 08/11

10h.-12h.: Minicurso Lakatos e a Filosofia da matemática, parte 2  
(Virgínia C. Cardoso & Henrique M. Carvalho)

15-17 h.: Bate-papo com Miguel Flach sobre o *Imre Lakatos Centenary Conference*, Londres, realizado em 3-4/11/2022.

18h.-20h.: Minicurso Lakatos e a Filosofia da ciência, parte 2  
(Miguel A. Flach)

## Quarta, 09/11

### Comunicações, sessão 1:

10h-10h30: Danilo Miranda Rodrigues (USP): “Reconstrução racional da cosmologia científica”

10h30-11h: Eveline O. Batista (Unifesp/IFSP): “A crítica na filosofia da matemática de Lakatos para a construção do conhecimento matemático”

11h.-11h30: Ana Paula Teles de Oliveira (UESB): “A influência de Lakatos na formação de professores de matemática”

11h30-12h.: Valdeir Francisco Oliveira Filho & Débora Coimbra (UFU): “O entendimento do caixeiro viajante, à luz da epistemologia de Imre Lakatos”

14h.-16h30. – **Mesa 1: Provas e Refutações:** o desenvolvimento do conhecimento matemático em perspectiva epistemológica

Henrique Marins de Carvalho (IFSP):

“Provas matemáticas: como são construídas e que histórias contam?”

Tiago Tranjan (Unifesp):

“Lakatos e a depuração da linguagem matemática”

Jorge Alberto Molina (UERGS/UFBA)

“Lakatos e a reconstrução racional da história da matemática”

\*Antonio Vicente Marafioti Garnica (UNESP, Bauru/Rio Claro)

“Relendo o Provas e Refutações: considerações a partir do campo da Educação Matemática” (O professor precisou se ausentar, mas deixou aula gravada, disponível no site <https://www.youtube.com/watch?v=Oc0UbT06G4Y>)

17h.-19h. – **Conferência de Abertura Oficial** (transmitida online para o auditório)

Brendan Larvor (U. Hertfordshire):

“Unlikely bedfellows or unholy alliance?”

**Quinta, 10/11**

**Comunicações, sessão 2:**

10h30-11h: Fernando Pereira da Silva (Unifesp): “Questões filosóficas para uma linguagem exata”

11h-11h30: Elaine Caire & Virgínia Cardia Cardoso (UFABC): “A curva normal: uma possível reconstrução histórica conforme Imre Lakatos”

11h30-12h: Jojomar Lucena da Silva (USP): “Termodinâmica: campo de reflexão sobre a relação entre *hard core* e heurística positiva”

14h.-16h30. – **Mesa 2:** Ecos de Lakatos na Educação Matemática e no Ensino de Ciências

Virgínia Cardia Cardoso (UFABC)

“Contribuições de Lakatos para a Educação em Ciências e Matemática”

Antonio José Lopes (Vunesp):

“Lakatos na sala de aula: características de produções de alunos em um ambiente de inspiração lakatosiana”

Simone Martorano (UNIFESP):

“As ideias de Imre Lakatos no Ensino de Ciências”

14h.-16h30. – **Mesa 3:** A Metodologia dos Programas de Pesquisa Científica: possibilidades e limites

Rodolfo Gaeta (UBA):

“La filosofía de las matemáticas de Imre Lakatos y la metodología de los programas de investigación”

Alexandre Bagdonas (UF Lavras):

“A favor e contra o método: controvérsias entre Lakatos e Feyerabend no ensino de cosmologia”

Bruno Borge (UBA / Conicet):

“Verdade e realismo epistêmico na metodologia dos programas de pesquisa científica”

### **Sexta, 11/11**

14h.-16h30. – **Mesa 4:** A Metodologia dos Programas de Pesquisa Científica aplicada a estudos de caso em ciências

Carolina Leister (Unifesp/CADE): “Os programas de pesquisa da Economia do bem-estar social, social choice e public choice”

Valter Alnis Bezerra (USP):

“Sobre a aplicação de imagens filosóficas de ciência a estudos de caso em história da ciência”

Pablo Lorenzano (UN Quilmes):

“¿Que és el mendelismo de Bateson, el primer programa de investigación científica em genética?”

17h.-19h. – **Conferência de encerramento** (transmitida online para o auditório)

John Worrall (London School of Economics):

“A look back at the ‘Popper-Kuhn-Lakatos debate’ ”

## Resumo das Palestras e Mesas-Redondas

(em ordem alfabética do primeiro nome)

---

### **A favor e contra o método: controvérsias entre Lakatos e Feyerabend no ensino de cosmologia**

Alexandre Bagdonas  
Depto. de Educação em Ciências Físicas e Matemáticas,  
Universidade Federal de Lavras, MG; alexandre.bagdonas@ufla.br

O conceito de “natureza da ciência” é reconhecido como complexo e controverso pelos educadores que têm investigado este tema. Tensões envolvendo o *construtivismo* psicológico, epistemológico e pedagógico, envolvendo pesquisadores em educação, filósofos, historiadores, sociólogos da ciências, foram intensas desde as últimas décadas do século XX. No século XXI, com o notável crescimento mundial de visões ingênuas e críticas à ciência e sua autoridade, fortaleceram-se discursos críticos às propostas educacionais que possam fomentar ainda mais um relativismo.

Como forma de problematizar estas visões, exploramos as potencialidades pedagógicas de controvérsias epistemológicas debatidas por dois importantes filósofos da ciência, Imre Lakatos e Paul Feyerabend, confrontando-as com estudos sobre a história da cosmologia no século XX. Inicialmente, apresentamos um resumo das tensões entre o relativismo epistemológico de Feyerabend e o racionalismo crítico de Lakatos.

Começamos apresentando “O triunfo do Big Bang como um processo racional”, inspirado em Lakatos, e depois retomamos o mesmo episódio histórico inspirados pela visão de ciência de Feyerabend, analisando “Uma história da cosmologia do ponto de vista de teorias marginais”. Em seguida, discutimos a questão de “Como a teoria do Big Bang triunfou sobre teorias rivais”, contrapondo as visões sobre a ciência destes dois filósofos. Concluímos argumentando pela importância de levar discussões controversas como estas para as aulas de ciências na educação básica, como forma de evitar o crescimento de visões ingênuas, tanto cientificistas quanto radicalmente anticientíficas.

---

## **Lakatos na sala de aula: características de produções de alunos em um ambiente de inspiração lakatosiana**

Antonio José Lopes  
Universidade Virtual do Estado de São Paulo (VUNESP)  
bigode@pentaminos.mat.br

Pouco se escreveu sobre a atividade de Imre Lakatos como educador, porém muitos educadores e matemáticos se inspiraram em suas obras para produzir atividades, projetos de investigação matemática e propostas metodológicas para serem utilizadas na Educação Básica e no Ensino Superior. Entretanto não dispomos, ainda, de um referencial teórico robusto que poderia ser chamado, mesmo que metaforicamente, de “metodologia lakatosiana”, afinal a “metodologia” que Lakatos desenvolveu e divulgou está relacionada a um “Programa de Investigação Científica” de natureza filosófica e epistemológica que se aplica a várias ciências. Aplica-se, por exemplo, ao Programa da Etnomatemática, tal como definido por seu criador, o professor Ubiratan D’Ambrosio (1993), para quem Etnomatemática é um programa de pesquisa lakatosiano, pois a metodologia desse programa é ampla, focalizando a geração, produção, organização, transmissão e difusão do conhecimento desenvolvido pelos membros de grupos culturais distintos, que foram acumulados no decorrer da história e que estão em permanente evolução.

O fato de a metodologia lakatosiana estar associada à filosofia e à epistemologia em nível avançado não invalida experiências didáticas e tentativas de construir uma “teoria didática” de inspiração lakatosiana (Lopes, 2016), falibilista na medida em que os conhecimentos não estão prontos para serem prescritos e consumidos, mas sim em estado germinal para ser construído por meio da problematização, da investigação no sentido de Borasi (1992), da matematização tal como definida por Freudenthal. Esse fazer matemático se realiza num ambiente de verdades provisórias, sem verdades a priori, e dialógico no sentido freiriano, em que os conhecimentos são construídos a partir das perguntas, hipóteses e descobertas dos alunos.

Nossa contribuição para o evento comemorativo do centenário do nascimento de Imre Lakatos (1922-1974) é apresentar as características do que chamamos de Comunidade de Prática Escolar de Inspiração Lakatosiana (CPEIL), em que as produções individuais dos estudantes têm uma forte componente do coletivo, uma vez que são o resultado de um processo de investigação semelhante ao descrito na tese de Lakatos no cenário de provas e refutações. Para Lakatos (1976), “o estilo dedutivo oculta a luta, esconde a aventura”; no ambiente de inspiração lakatosiana, desvendamos os bastidores da produção dos estudantes.

### **Referências:**

- Borasi. R. (1989), Journal writing and mathematics instruction. *Educational Studies in Mathematics* 20(4): 347-375
- D’Ambrosio, U. (1993). Etnomatemática: um programa. *Educação Matemática em Revista* 1(1): 5-11.

Lopes, A.J. (2016) *Análisis y Características del Potencial Cognitivo de Producciones Escolares Matemáticas con Alumnos de 11 a 14 años*. Tesis de doctorado. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona. 320 p.

---

## **Relendo o Provas e Refutações: considerações a partir do campo da Educação Matemática**

Antonio Vicente Marafioti Garnica  
UNESP, Bauru/Rio Claro

(O professor precisou se ausentar, mas deixou aula gravada, disponível no site <https://www.youtube.com/watch?v=Oc0UbT06G4Y>)

Já se afirmou que textos clássicos são aqueles sobre os quais não dizemos “estou lendo”, mas “estou relendo”. O *Provas e Refutações*, sem dúvida, é um desses clássicos. Ele foi ponto de partida, por exemplo, para a elaboração de uma Filosofia específica da Educação Matemática chamada Construtivismo Social, apresentada no livro de Paul Ernest, publicado em 1991 e antes já havia servido de referência, com a mesma finalidade, para o doutorado de Eric Blaire, em 1981. Esses dois textos inauguram o que se pode chamar de um movimento sistemático visando a uma Filosofia da Educação Matemática, num panorama em que, no Brasil, não tínhamos ainda nenhuma abordagem filosófica geral mais sistemática cujo foco fosse o ensino e a aprendizagem de Matemática. O *Provas e Refutações* é também leitura obrigatória para os que se dedicam a investigar, ainda no campo da Educação Matemática, as demonstrações formais ou “provas rigorosas” e o papel delas na escola, quando nem todos os estudantes fizeram opção específica por estudar Matemática, como ocorre com os graduandos de Bacharelados e Licenciaturas em Matemática. Para o caso da Licenciatura em Matemática, por sua vez, cabe problematizar o papel das demonstrações formais – que caracteriza o trabalho do matemático profissional – posto que a função precípua desses cursos não é a formação de matemáticos, mas de professores de Matemática. Eu mesmo, em artigo de 1996, lancei-me – talvez prematura e ingenuamente – a tecer considerações sobre a importância do *Provas e Refutações* para a Educação Matemática. Dito isso, minha intenção, nessa atividade que comemora o Centenário de Imre Lakatos, é revisitar minhas considerações de meados da década de 1990, incorporando àquelas leituras muitos outros estudos e obras publicados em minha área de atuação nesses mais de 25 anos que nos separam de então, quando eram ainda incipientes as tentativas de elaborarmos, no Brasil, um quadro filosófico mais pleno que servisse tanto para problematizar práticas quanto para sensibilizar professores e pesquisadores não apenas sobre a Matemática, mais propriamente, mas sobre as instâncias e circunstâncias em que seu ensino se dá.

---

## **Unlikely bedfellows or unholy alliance?**

Brendan Larvor  
School of Humanities, Hertfordshire University, Inglaterra  
b.p.larvor@herts.ac.uk

Lakatos demonstrates the possibility of philosophical hybridism. In his philosophy of mathematics, he lists his influences as Hegel, Polya and Popper. At least two of these ought not go together, but in Lakatos these sources combine and point the way to the eclectic condition of philosophy of mathematical practice now.

In this talk, I will discuss the tensions and synergies in Lakatos's thought resulting from his intellectual and literal migration. I will describe and illustrate some of the benefits of philosophical hybridism, including a robustness criterion derived from finding the same argument articulated in widely diverse idioms. Finally, I will discuss the prospects for collaboration among the various projects gathered under the flag of Philosophy of Mathematical Practices.

---

## **Verdade e realismo epistêmico na metodologia dos programas de pesquisa científica**

Bruno Borge  
Universidad de Buenos Aires – CONICET, Argentina  
brunojborge@gmail.com

Um diagnóstico frequente sobre a obra de Lakatos indica que seu projeto não atribuiu um papel central à questão da verdade como parte essencial da análise do conhecimento científico. Na mesma linha, Hacking afirma que Lakatos encontrou um substituto para a verdade na metodologia. Mesmo aqueles que não apoiam estas interpretações tendem a concordar que Lakatos não dá conta da relação entre o desenvolvimento do conhecimento e o aumento da verossimilitude. Nesta palestra defendo que (a) o problema da verdade é central para o projeto filosófico de Lakatos, e (b) é possível construir uma interpretação alternativa na qual seu projeto de estabelecer uma ligação entre método e verdade pode ser considerado bem-sucedido.



## **Os programas de pesquisa da Economia de bem-estar social, social choice e public choice**

Carolina Leister

Escola Paulista de Política, Economia e Negócios – Unifesp – Osasco, SP ; CADE  
carolina.leister@yahoo.com.br

O objetivo é reconstruir racionalmente os dois principais Programas de Pesquisa da Economia de Bem-Estar Social, Social Choice e Public Choice, identificando e distinguindo os pressupostos ontológicos e axiológicos de seus núcleos teóricos e os principais instrumentos de suas respectivas heurísticas positivas, notadamente os princípios epistemológicos embaixadores do ferramental de cada um dos programas na construção de problemas de decisão coletiva (políticos) alocativos e distributivos.

---

### **Provas matemáticas: como são construídas e que histórias contam?**

Henrique Marins de Carvalho

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
IFSP (Campus São Paulo) - hmarins@ifsp.edu.br

Entendendo a tarefa a que se lançou Lakatos na filosofia da Matemática, identifiquei dois aspectos principais: aperfeiçoar o falibilismo de Popper e racionalizar as reconstruções históricas, sob a ótica da heurística de Polya, preocupando-se mais com a lógica da descoberta (ainda que eu prefira o termo “invenção”) matemática do que com a extensa discussão acerca dos fundamentos que marcou o final do século XIX e início do XX, na Europa.

A influência de Popper e Polya é percebida de forma nítida nos trabalhos de Lakatos, mas este último dá passos mais ousados e vanguardistas, ao destacar a importância das etapas indutivas na criação de conjecturas e o papel de um ciclo de provas – refutações – teoremas aperfeiçoados.

Crítico das escolas filosóficas que pretendiam estabelecer os princípios definitivos, Lakatos desenvolve uma abordagem evolucionária da matemática que, gerada na atividade humana, é vista como um organismo que “se desenvolve ao longo da história, sofrendo mutações e, por um processo de seleção, mantendo em uso os conceitos mais adaptados, que tenham passado pela ‘seleção natural’ das refutações”. (Carvalho, 2018)

O filósofo húngaro alinha-se a Tarski (1969, p. 77) no entendimento de que “a prova ainda é o único método usado para verificar a verdade das sentenças dentro de qualquer teorema matemático específico”, com a seguinte ressalva: “o processo de extensão de uma teoria pode ser repetido arbitrariamente muitas vezes e a noção de sentença verdadeira funciona como um limite ideal que nunca pode ser alcançado, mas que tentamos aproximar gradualmente.”

O método de provas e refutações não se apresenta, portanto, como um algoritmo ou um manual da prática matemática, mas sobretudo como um instrumento para orientar a análise dos percursos dos verdadeiros personagens da história da matemática, que são as provas, com seus coadjuvantes, os contraexemplos. Saliento, assim, o aprendizado adicional que se tem do estudo de *Provas e Refutações*: o aperfeiçoamento de um olhar histórico em relação à Matemática, fugindo do recorrente anacronismo que procura atribuir a produções de outras épocas e contextos a mesma noção de rigor e as mesmas definições dos objetos matemáticos estudados atualmente.

---

### **A look back at the “Popper-Kuhn-Lakatos debate”**

John Worrall

London School of Economics, Inglaterra

One of the centrepieces of a famous Colloquium held at Bedford College, London in 1965 (proceedings published along with additional related material in Lakatos & Musgrave (eds.), *Criticism and the Growth of Knowledge*) was a session devoted to a comparison of the accounts of science and of theory-change in science defended by Thomas Kuhn and by Karl Popper. Kuhn and Popper both spoke. Although Lakatos did not in the end give a formal talk at the conference, his much-discussed paper ‘Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes’, published in the Lakatos and Musgrave collection, was a conscious attempt to “synthesise” Popper’s and Kuhn’s positions. Kuhn also responded to his various critics – including Popper. My lecture celebrates Lakatos’s centenary by looking back at this debate and asking how it left the issue of the rationality (or otherwise) of scientific theory-change.

---

### **Lakatos e a reconstrução racional da história da matemática**

Jorge Alberto Molina

Universidade Estadual de Rio Grande do Sul, Santa Cruz do Sul, RS

Professor visitante no Depto. de Filosofia, UFBA

jorge-molina@uergs.edu.br; molinaunisc@gmail.com

Nesta exposição analisaremos a reconstrução feita por Lakatos das discussões ao redor do Teorema de Cauchy que afirma que a soma dos termos de uma série convergente de funções contínuas é uma função contínua. Nossa exposição terá cinco partes. Na primeira parte farei referência a uma aparente circularidade no pensamento de Lakatos: a metodologia dos programas de pesquisa iluminaria a reconstrução racional da ciência, mas, pela sua vez, essa reconstrução daria suporte àquela

metodologia. Em segundo lugar discutirei a afirmação por parte de Lakatos de que a matemática é uma disciplina quase-empírica exemplificando com a história do desenvolvimento do cálculo infinitesimal. Aí deverei me referir à questão de quais seriam os falseadores das teorias matemáticas. Na terceira parte dissertarei sobre a reconstrução por parte de Lakatos da prova de Cauchy do seu teorema e das discussões que foram feitas na época em que viveu aquele matemático sobre esse resultado. Na quarta parte dissertarei sobre a interpretação de Lakatos do que ele chamou de colapso do programa leibniziano do cálculo infinitesimal. Apontarei as divergências entre a história real e a reconstrução feita por Lakatos. A quinta parte de minha exposição estará voltada às conclusões.

---

### **Uma reconstrução racional do programa de pesquisa das teorias do desenvolvimento econômico**

José Raymundo Chiappin  
Depto. de Economia, FEA, USP

(Por motivo de saúde, o professor não pôde estar presente)

Nesta palestra vou descrever o programa de algumas teorias do desenvolvimento econômico, seus núcleos e suas heurísticas, e indicar como a heurística é utilizada pelas teorias para aplicar e resolver problemas.

---

### **What is Bateson's Mendelism, the first scientific research program in genetics?**

Pablo Lorenzano  
CEFHC – Universidad Nacional de Quilmes / CONICET, Argentina  
pablo.lorenzano@gmail.com

*(ministrada em castelhano)*

The aim of this talk is to make a systematic use and application of Lakatos's concept of a scientific research program (Lakatos, 1968, 1970, 1971) to analyze the first research program in genetics, Bateson's Mendelism (Bateson, 1909), but with the Lakatosian notions of hard core, protective belt, and positive heuristics made more precise by means of the concepts of Sneedian structuralism (Stegmüller, 1973; Moulines, 1979; Balzer, Moulines & Sneed, 1987) of fundamental law/guiding principle, specializations and the way for obtaining specializations, once the decision has been made to accept such a core and always modify some of the other components

of the complex that is being tested in a holistic manner – which is the structuralist understanding of Lakatos’ negative heuristics.

## References

- Balzer, W., Moulines, C.U. & J.D. Sneed (1987), *An Architectonic for Science. The Structuralist Program*, Dordrecht: Reidel.
- Bateson, W. (1909), *Mendel’s Principles of Heredity*, Cambridge: Cambridge University Press, 1st edition March 1909; 2nd edition (unmodified) August 1909; 3rd edition (extended) 1913; 4th edition (almost unmodified) 1930.
- Lakatos, I. (1968), “Criticism and the Methodology of Scientific Research Programmes”, *Proceedings of the Aristotelian Society* 69: 149-186.
- Lakatos, I. (1970), “Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes”, in Lakatos, I. & A. Musgrave (eds.) (1970), *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge: Cambridge University Press, pp. 91-195.
- Lakatos, I. (1971), “History of Science and Its Rational Reconstructions”, in Buck, R.C. & R.S. Cohen (eds.), *PSA 1970. Boston Studies in the Philosophy of Science*, Vol. 8, Dordrecht: Reidel, p. 174-182.
- Moulines, C.U. (1979), “Theory-Nets and the Evolution of Theories: The Example of Newtonian Mechanics”, *Synthese* 4: 417-439.
- Stegmüller, W. (1973), *Theorienstrukturen und Theoriendynamik*, Berlin: Springer.

---

### **La filosofía de las matemáticas de Imre Lakatos y la metodología de los programas de investigación**

Rodolfo Gaeta

Universidad de Buenos Aires / Universidad Nacional de Luján, Argentina  
rodygaeta@gmail.com

Aunque comenzó a gestarse antes que su filosofía de la ciencia en general, la filosofía de las matemáticas de Lakatos ha sido presentada como el resultado de aplicar al caso de las matemáticas la idea popperiana de que el progreso de la investigación científica no procede por medio de inferencias inductivas sino gracias a la propuesta de audaces conjeturas y la realización de serios intentos de refutarlas. Esta actitud difiere considerablemente, sin embargo, de la posición adoptada por el propio Popper acerca de las matemáticas, quien se mantuvo al respecto más cerca de los positivistas lógicos. Lakatos reacciona contra el “formalismo” que atribuye a los positivistas y rescata la importancia de los métodos informales que suelen utilizar los matemáticos. Así, la forma de refutación que asume puede parecer más consecuente que la de Popper. Sin embargo, esto no significa que la concepción lakatosiana de la ciencia aventaje a la de Popper.

Creo que la decisión de Popper de mantener cierta distinción entre las matemáticas y la ciencia empírica responde a su apego – más allá de sus diferencias con el Círculo de Viena – con el espíritu del empirismo, un anclaje decisivo, aunque no

excluyente, con la observación. A Lakatos, en cambio, le costaba mucho más tomar distancia de las influencias que había recibido durante su formación, en particular la dialéctica hegeliana, a través de Lúcas, y el interés por la práctica y la enseñanza, destacadas por Pólya. Aunque Lakatos trató de presentar sus propuestas como una continuación del programa filosófico emprendido por Popper, trataré de mostrar que se trata de una versión considerablemente modificada del falsacionismo original. En efecto, Lakatos parece haber cedido a la tentación de suplir la supuesta “ceguera” de la filosofía de la ciencia reemplazándola por una capitulación frente a los defensores del papel de la historia. En este contexto, sus consideraciones sobre la matemática se enmarcan en una perspectiva bastante diferente de la de Popper. Mientras Popper, como los positivistas, se interesaba por la garantía epistémica de los resultados de las investigaciones científicas, Lakatos procura una descripción de la práctica y trata de compatibilizarla con el falsacionismo redefiniendo o reemplazando varios de los conceptos fundamentales de la discusión. Así, en la medida en que considera que los contraejemplos de una conjetura matemática equivalen a refutaciones “cuasi empíricas” o reemplaza la lógica del descubrimiento popperiana por la metodología y la heurística, la doctrina de Lakatos constituye la adopción de puntos de vista diferentes más que la materialización de una etapa subsiguiente dentro del programa filosófico de Popper.

---

### **As ideias de Imre Lakatos no Ensino de Ciências**

Simone Alves de Assis Martorano  
Depto. de Ciências Exatas e da Terra – Unifesp – Diadema, SP  
sialvesmartorano@gmail.com

Atualmente as pesquisas em ensino de ciências, especificamente focadas na história e na filosofia da ciência (HFC), têm por objetivo proporem abordagens que contribuam para diminuir as dificuldades que os alunos apresentam na aprendizagem de determinados conceitos químicos. Autores defendem que a HFC pode ajudar os educadores desta área a desenvolver, usar e investigar materiais e estratégias para promover a melhor compreensão dos conceitos científicos, por parte dos alunos. A metodologia dos Programas de Investigação Científica proposta por Lakatos, juntamente com a história do desenvolvimento da ciência, têm sido utilizadas em diferentes pesquisas no ensino de Química. Segundo o autor Mansoor Níaz, essa abordagem provê uma maneira adequada para ajudar na reconstrução dos conhecimentos científicos dos estudantes e professores de ciência. O autor defende que a reconstrução histórica de progressos científicos, que conduzem inevitavelmente a controvérsias e debates, pode despertar o interesse dos estudantes e facilitar compreensão de conceitos químicos. Em contraste, currículos de química em geral e livros didáticos não só ignoram o contexto no qual a ciência progride, mas também enfatizam roteiros de aprendizagem e estratégias algorítmicas.

Levando-se em consideração estas dificuldades, neste trabalho serão apresentadas algumas contribuições que o filósofo da ciência húngaro Imre Lakatos tem proporcionado a área de ensino de Química. Serão apresentadas duas pesquisas em que

a perspectiva filosófica de Lakatos foi o referencial teórico adotado pelas autoras. A primeira pesquisa teve como objetivo identificar como uma abordagem com foco na HFC pode contribuir para uma transição progressiva de professores de química do ensino médio no que se refere ao modelo de ensino de cinética química, considerando os conteúdos e as estratégias de ensino utilizadas. O objetivo da segunda pesquisa foi de, baseando-se na perspectiva de Lakatos, verificar se os modelos explicativos dos sujeitos, sobre forças intermoleculares, formam sequências de transição progressiva, similares ao proposto por Lakatos, na História da Ciência, que se referem ao progressivo aumento de poder explicativo/heurístico do modelo. A partir desse pequeno relato espera-se colocar em evidência a relevância de Lakatos para a área de ensino de ciências.

---

### **Lakatos e a depuração da linguagem matemática**

Tiago Tranjan  
Depto. de Filosofia – Unifesp – Guarulhos, SP  
ttranjan@hotmail.com

O pensamento matemático – tanto por parte do não-especialista, que apenas usa alguma matemática no dia a dia, como por parte do filósofo, que se dedica a examinar os “fundamentos da matemática”, ou ainda por parte do matemático profissional, que realiza pesquisa na área – quase sempre tende a ser vítima de uma ilusão. Acredita-se que a matemática descreve certo domínio específico de objetos, e que as proposições matemáticas, portanto, são verdadeiras ou falsas justamente na medida em que descrevem corretamente esse domínio. Contudo, o que sejam os objetos matemáticos, e qual nosso acesso a eles, isso é coisa sobre a qual dificilmente se está de acordo. Muitas possibilidades têm sido aventadas: objetos ideais, estruturas, conjuntos ou as mais estranhas combinações de tudo isso; razão, intuição e empiria, em diferentes alquimias... Infelizmente, essa longa especulação tende a girar em falso. A atividade matemática não é esclarecida por ela. Não somos levados a ver, com a devida nitidez, aquilo que realmente está acontecendo, seja no momento em que resolvemos problemas matemáticos por métodos já bem conhecidos, seja no momento em que obtemos novos resultados matemáticos. Em minha fala, tentarei mostrar como Lakatos oferece, em *Provas e Refutações*, uma maneira diferente – ao mesmo tempo muito mais rica e muito mais esclarecedora – de compreender a atividade matemática. Por meio da revisão histórica de um problema específico, reconstruída de maneira perspicaz dentro um ambiente dramatúrgico de debate lógico e epistemológico, ele nos ensina algo fundamental: a perceber a matemática como articulação progressiva de uma linguagem regrada cada vez mais refinada.

---

## **Sobre a aplicação de imagens filosóficas de ciência a estudos de caso em história da ciência**

Valter Alnis Bezerra  
Depto. de Filosofia – FFLCH – USP  
v.a.bezerra@gmail.com

Nesta apresentação, será discutida a aplicação de imagens filosóficas de ciência, enquanto ferramentas interpretativas, a estudos de caso em história da ciência. O interesse está principalmente no estatuto epistêmico de uma aplicação historiográfica de um modelo filosófico a um caso histórico: que tipo de conhecimento daí se aufere? Serão abordadas questões tais como: de que maneira se pode pensar a relação entre os modelos filosóficos, por um lado, e a prática científica e a história da ciência, por outro? É inevitável o uso de modelos filosóficos para se fazer história da ciência? Nesse uso, o anacronismo constitui um risco real? Caso afirmativo, ele pode ser mitigado? Finalmente, há algum sentido viável em que se possa falar de verdade e adequação dos modelos filosóficos e das narrativas históricas construídas com o seu auxílio? Referência será feita, em particular, ao modelo de ciência de Imre Lakatos, e a duas de suas aplicações: o estudo da termodinâmica por Peter Clark (1976) e o estudo da antiga teoria quântica por Bezerra (2003-2004).

---

### **Contribuições de Lakatos para a Educação em Ciências e Matemática**

Virgínia Cardia Cardoso  
Centro de Matemática, Computação e Cognição – UFABC – Santo André, SP  
virginia.ufabc@gmail.com

Imre Lakatos (1922-1974) influencia educadores brasileiros desde a publicação das edições brasileiras de *A Lógica do Descobrimento Matemático: Provas e Refutações* (1978) e *A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento* (1979). Estas obras repercutiram na discussão sobre a fundamentação filosófica das áreas de pesquisa Educação Matemática e Ensino de Ciências e em algumas práticas escolares. Pontuamos que Lakatos trata da Matemática Informal e das Ciências Empíricas: âmbitos caracterizados pelo embasamento na regra lógica do Modus Tollens.

Neste texto destacamos cinco contribuições lakatosiana para a Educação. (1) Lakatos assinala a necessidade de aproximação entre as ciências e a história e filosofia das ciências e da lógica. Essa aproximação é muito importante para atribuição de significado aos conhecimentos. (2) A concepção falibilista do conhecimento científico e matemático. Desafiando as filosofias absolutistas, Lakatos afirma que tal conhecimento tem natureza falível. (3) A coragem de discutir a heurística do conhecimento científico e matemático – assunto pouco aprofundado entre os epistemólogos. A epistemologia tradicional discutia, até então, apenas o contexto da justificação e não o da descoberta científica. (4) A proposição de metodologias racionais para criar e/ou avaliar novos conhecimentos científicos e matemáticos: o Método de Provas e Refutações para a

descoberta da matemática informal e a Metodologia dos Programas de Pesquisa Científica, para as ciências empíricas. (5) A proposta de uma abordagem historiográfica para as ciências que tenha um valor heurístico e didático e que seja, ela própria, passível de ser considerada um conhecimento científico. É a abordagem da Reconstrução Racional da História que alicerça suas metodologias racionais. As ideias lakatosianas podem ser criticadas na Educação pelo fato de afastarem quaisquer fatores externos à teoria – humano, social, cultural ou ideológico – dessa visão de desenvolvimento científico e matemático. Na Educação é desejável aproximar (e não afastar) as ciências de contextos variados e externos. Apesar deste ponto negativo, as ideias lakatosiana inspiraram novas abordagens para o Ensino das Ciências e da Matemática.

---

## **Resumo das Comunicações**

---

### **A influência de Lakatos na formação de professores de Matemática**

Ana Paula Teles de Oliveira  
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Jequié, BA  
aptbahia@hotmail.com

O objetivo deste resumo é apresentarmos a influência das ideias de Lakatos na formação dos professores de matemática. Metodologicamente consiste em uma análise documental. Para tanto, utilizaremos dois materiais, o livro *A lógica do descobrimento matemático: provas e refutações* (LAKATOS, 1978) e o artigo “O lugar das matemáticas na licenciatura em matemática: que matemáticas e que práticas formativas?” (FIORENTINI, OLIVEIRA, 2013).

Na análise do livro encontramos algumas concepções de Lakatos sobre a matemática, porém, estaremos focalizando em duas. A primeira é a matemática com sua abstração axiomática formal. Um dos pontos tratado é que o formalismo desliga a história da matemática da filosofia da matemática. Esse fato deriva da crença que a sua estrutura é tão relevante, que não há a história da matemática. Um exemplo interessante descrito no livro é que muitos acreditam que uma demonstração nessa área deve ser rigorosa, pois caso contrário não prova nada. Porém, se tomarmos isso como verdadeiro, concluímos que antes de 1820, não existia matemática, ou seja, um desfecho absurdo.

A segunda concepção é a matemática como atividade humana. Nela existem certos aspectos dessa ação que podem ser estudados como qualquer outra atividade. Mas um ponto crucial é que a atividade matemática produz matemática. Dessa forma, o autor, relaciona essas concepções explicando que a matemática formal é um produto da atividade humana. Esclarece que nessa atividade, existe um processo onde a intuição



não é sentida, pois a verdadeira intuição amadurece lentamente. Dessa forma, durante um período longo surge ocasiões de confusões e erros, até o momento que ela está formalizada. Nesse instante, o autor diz que o rigor separa-se da atividade humana que a esteve produzindo. Ela se converte num organismo vivo, em crescimento, que adquire certa autonomia da atividade que a produziu; ela revela suas próprias leis autônomas de crescimento. Isso ocorre, pois de acordo com o autor, o estofo filosófico infalibilista do método euclideano nutriu os padrões autoritários tradicionais em matemática, que impediu a publicação e discussão de conjecturas, e impossibilitou o surgimento da crítica matemática. O autêntico matemático criativo é precisamente uma personificação: uma encarnação dessas leis que sua compreensão ocorre somente na ação humana. Sua encarnação, porém, raramente é perfeita. Portanto, se existem erros, se há um processo para o amadurecimento, qual o motivo de não haver críticos matemáticos? Lakatos explica que o problema é termos uma concepção da matemática como sendo infalível. Ainda afirma que a crítica poderá aperfeiçoar o gosto matemático pela crítica pública. Então o autor é taxativo: a história da matemática e a lógica do descobrimento matemático, isto é, a filogênese e a ontogênese do pensamento matemático, não se podem desenvolver sem a crítica e rejeição definitiva do formalismo.

No outro documento são apresentadas três perspectivas distintas e com grande influência no processo de formação de educadores matemáticos. Porém, Fiorentini e Oliveira (2013) relatam que existem múltiplas interpretações sobre aprendizagem profissional. Em relação às perspectivas, a primeira apresentada é aquela onde o professor necessita somente ter o conhecimento matemático e a prática se aprende ensinando. A segunda, apesar do conhecimento matemático ser central e fundamental, temos que a prática de ensinar é um campo de conhecimentos produzidos por pesquisadores. E por último, a matemática vista como prática social, nunca aparecendo isolada em relação a outros saberes e campos disciplinares. Ao caracterizarmos essas formações, levamos em consideração a relevância dada na matemática formal, juntamos a primeira com a segunda, por trata-la central e majoritária na sua formação, sendo assim, influenciado pela primeira concepção de Lakatos. Observamos que Lakatos deixa claro que o rigor e a formalização são essenciais e, além do mais, ela é considerada infalível. Por outro lado, na última perspectiva, onde a matemática é vista como prática social, vemos que ela foi influenciada pela segunda concepção de Lakatos. Isso pelo fato do homem ser um ser social, a sua atividade ocorrer em uma sociedade e, assim, é interligada com outros saberes e contextos, abrindo assim, discussões e até críticas. Dessa forma, concluímos que, apesar deste ano fazer um centenário do nascimento de Lakatos, suas ideias sobre a matemática são atuais, pois influenciam as três perspectivas de formações de educadores matemáticos analisados.

### **Referências:**

FIorentini, D.; OLIVEIRA, A. T. C. C.. O Lugar das Matemáticas na Licenciatura em Matemática: que matemáticas e que práticas formativas? *Bolema*, v. 27, n. 47, p. 917-938, 2013.

LAKATOS, Imre. *A lógica do descobrimento matemático: provas e refutações*. Traduzido da primeira edição inglesa, publicada em 1976 pela Cambridge University Press. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1978.

---

## Reconstrução racional da cosmologia científica

Danilo Miranda Rodrigues  
(Mestrando, Depto. Filosofia, USP)  
danilo.rodrigues@usp.br

Ao longo deste centenário de Imre Lakatos, sua descrição sobre o progresso da ciência foi utilizada para a elaboração de reconstruções racionais em diferentes áreas. O objetivo desta comunicação é utilizar os elementos de sua epistemologia para reconstruir a gênese e o desenvolvimento da cosmologia científica. Inicialmente apresentaremos o contexto em que se deu a publicação do artigo cosmológico de Einstein, em 1917, no sentido de mostrar uma radical distinção em relação à cosmologia praticada até a virada do século XIX para o XX, quando as discussões cosmológicas estavam pautadas principalmente na possível existência de outras galáxias ou se a Via Láctea representa a totalidade da matéria existente no universo. Não apenas a teoria geral da relatividade, como é largamente reconhecido pela comunidade acadêmica internacional, mas toda uma nova heurística apresentada pelo trabalho de Einstein também contribuiu para tornar possível um tratamento científico para questões, até então, meramente especulativas, como forma, dimensões ou movimento do universo como um todo. Em uma chave de leitura Lakatosiana, observamos nas contribuições de Einstein uma proposta de programa de pesquisa na cosmologia, que será em boa medida recuperada nos trabalhos de Alexander Friedman e Georges Lemaître. Alguns elementos do núcleo do programa de Einstein são preservados, enquanto outros são abandonados por ambos, o que nos obriga a classificar seu trabalho apenas como uma proposta, um programa de pesquisa que não se concretiza por ter elementos de seu núcleo refutados antes mesmo de se perceber a formação de uma heurística positiva. Todavia, os elementos de sua heurística são característicos de grande originalidade, absorvem componentes da mecânica estatística de Boltzmann, da mecânica dos fluidos, além da recém nascida teoria da relatividade geral. Temos convicção em acompanhar uma larga tradição de filósofos e historiadores que classificam seu trabalho como um dos pontos de partida para a moderna cosmologia científica. Por outro lado, acreditamos que nossa pesquisa guarda certo grau de originalidade ao olhar para seus instrumentos heurísticos como parte do núcleo do programa de pesquisa cosmológico que se concretiza com Friedman e Lemaître. Além do núcleo, podemos identificar a formação de uma sequência empiricamente progressiva de teorias, tal como descrito por Lakatos, em que a primeira delas é o modelo de universo elaborado por Lemaître, que foi seguido pelo modelo do Estado Estacionário, elaborado por Fred Hoyle e seus colaboradores e, posteriormente, pelo modelo do Big Bang, concebido por George Gamow e sua equipe. A disputa entre a teoria do Big Bang e a teoria do Estado Estacionário se configurou uma grande controvérsia, envolvendo uma série de discussões e elaborações mais sofisticadas entre as décadas de 40 e 60. Um episódio de extrema importância foi a detecção da chamada “Radiação Cósmica de Fundo”, em 1965. A existência desta radiação, espalhada uniformemente pelo universo, foi em alguma medida prevista pelo modelo do Gamow, o que o levou a ser considerado empiricamente superior ao proposto pelo grupo de Hoyle. Tal resolução está longe de ser descrita como imediata ou simples,

mas foi sendo amadurecida ao longo das décadas seguinte, culminando com os lançamentos dos satélites COBE (1989) e WMAP (2001), que mediram com boa precisão a distribuição da R.C.F pelo espaço. O programa cosmológico se mostra ainda progressivo e com importantes desdobramentos ao longo da última década, que serão apresentados no simpósio em mais detalhes.

---

## **A Curva Normal: uma possível reconstrução histórica conforme Imre Lakatos**

Elaine Caire  
Virgínia Cardia Cardoso  
UFABC – Santo André, SP  
caireelaine@gmail.com; virginia.ufabc@gmail.com

Apresenta-se aqui um recorte de uma pesquisa desenvolvida em 2021, evidenciando uma possível contribuição de Lakatos para a Educação Matemática. Nesta apresentou-se o conceito da Curva Normal em uma abordagem histórica, de forma a produzir um material didático que contribua para o ensino de Matemática e áreas correlatas, como a Estatística e Probabilidade no ensino superior. Esta pesquisa apoiou-se na ideia de que a História da Matemática pode ser um recurso pedagógico que auxilia a construção desse conhecimento. Dentre as diferentes abordagens históricas, o estudo foi realizado sob o viés da Reconstrução Racional da História fundamentada na filosofia de Imre Lakatos.

Lakatos, em *História da Ciência e suas Reconstruções Racionais* (LAKATOS, 1987), declarou que “A Filosofia da Ciência sem a História da Ciência é vazia, a História da Ciência sem a Filosofia é cega”. Nesse estudo, o autor apresenta uma forma de colaboração entre a história e a filosofia da ciência. Uma reconstrução racional proporciona a elaboração de um modelo característico do desenvolvimento racional do conhecimento científico.

Ao se elaborar a história interna, compreendida como história intelectual, deveria haver um grau de seletividade, omitindo-se qualquer fator social e psicológico – chamados por Lakatos de “irracionais”. A racionalidade vem de normas avaliadoras para as teorias científicas existentes. A Filosofia da Ciência fornece a normativa para que o historiador reconstrua a História interna, oferecendo uma explicação racional do crescimento do conhecimento objetivo. Entretanto, Lakatos já alerta que a história interna é menor que a “história real” e que precisa ser complementada com uma história externa. Ainda assim, o autor afirma que só em reconstruções racionais o historiador pode perceber o desenvolvimento da ciência. Ele conclui que a História da ciência seria uma história de eventos selecionados e interpretados de forma normativa. E que à luz das melhores reconstruções racionais das ciências se poderia sempre construir como racional, a maior parte da Grande Ciência.

Para Simon (1968), a Curva Normal é criada pelo pesquisador, que controla as variáveis que fazem com que a distribuição original não se pareça com a Normal. A aproximação com a Distribuição Normal indica, apenas, que foi permitida a atuação da

maioria das variáveis mais importantes, enquanto as restantes tiveram pequena influência.

Sob o viés lakatosiano, foi elaborada uma reconstrução racional da história da Curva Normal na qual podem ser verificadas as ideias apresentadas em *A Lógica do Descobrimento Matemático: Provas e Refutações* (LAKATOS, 1978): a ideia do impedimento de monstros, desconsiderando algumas variáveis e a incorporação de lemas, conciliando as variáveis de tal forma a se ajustar numa curva “normal”.

Karl Pearson identificou a importância de Abraham de Moivre no desenvolvimento dos conceitos que originaram a Curva Normal. Fundamentada no que atualmente chamamos de *Teorema Central do Limite*, a primeira publicação da Distribuição Normal como uma aproximação da distribuição binomial apareceu em um panfleto datado de 12 de novembro de 1733, publicado por Moivre. Até então a criação da Curva Normal era atribuída erroneamente a Gauss, no século XIX, tanto que a curva é também conhecida como Curva de Gauss.

Pearson (1924) afirmou ser Moivre o primeiro a desenvolver a fórmula da Curva Normal, pois tal panfleto teria sido encontrado como um suplemento, denominado “*Approximatio ad Summam Terminorum Binomii  $(a+b)^n$  in Seriem expansi*”, do *Miscellanea Analytica*, editada por Moivre em 1730. No suplemento, Pearson encontrou o primeiro tratamento conhecido dado à probabilidade integral e essencialmente à Curva Normal. Embora datado três anos mais tarde, o suplemento foi adicionado a alguns exemplares do *Miscellanea Analytica*, pois alguns livros já haviam sido distribuídos.

No suplemento citado Moivre traz estudos utilizando o resultado conhecido atualmente como *Fórmula de Stirling*, supondo uma potência muito grande para o binômio  $(a+b)^n$ , e a *Lei dos Grandes Números* de Jakob Bernoulli. Consequentemente, Moivre apresentou os conceitos de *densidade de probabilidade* e a *probabilidade integral*.

A Reconstrução Racional foi empreendida na com a intenção de trazer uma compreensão da construção passo-a-passo do conceito, onde o utilizar e o porquê estudá-lo. Apoiando-se nas ideias de Lakatos, pode-se:

- Compreender como construção da curva normal a partir dos métodos de ajuste de monstros e incorporação de lemas.
- Compreender a demonstração de sua complexa fórmula, a representação de Probabilidade, partindo de conceitos e temas conhecidos à época como: Números de Bernoulli, Binômio de Newton, lei dos Grandes Números, Fórmula de Stirling, Quadratura de Newton-Cotes.

O material didático foi desenvolvido a partir da Reconstrução Racional no sentido lakatosiano e daí já se depreende uma contribuição de Lakatos para a Educação Matemática. Em pesquisas futuras o material produzido será aplicado a uma classe de estudantes e analisado quanto às possibilidades de seu uso em sala de aula.

Considera-se que a reconstrução racional não seja suficiente para que se cumpra vários objetivos educacionais como, por exemplo, compreender a matemática como conhecimento humano e inserida nos contextos social, político e cultural. Mas ainda assim, é uma grande oportunidade de compreender o desenvolvimento do conhecimento matemático e, portanto, um recurso didático que auxilia seu estudo.

## Referências

- CAIRE, E., CARDOSO, V.C. *Desmistificando a Curva Normal: um recorte histórico*. Santo André: UFABC, 2022. E-book disponível em <https://graduacao.ufabc.edu.br/licmat/images/Livro-%20Desmistificando%20a%20curva%20normal.pdf>. Acesso em 24 de maio de 2022.
- LAKATOS, I. *A Lógica do Descobrimento Matemático: Provas e Refutações*. Original editado por de John Worrall e Elie Zahar. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1978.
- LAKATOS, I. *Historia de la Ciencia y sus Reconstrucciones Racionales*. Tradução de Diego Ribes Nicolás. Madrid. Gráficas Molina, 1987.
- MOIVRE, A. *Miscellanea Analytica*. Londres: J. Thomson & J. Watts, 1730.
- MOIVRE, A. *The Doctrine of Chances or a Method of Calculing The Probabilities of Events in Play*. 2ª ed. Paris: A Millar, 1738.
- PEARSON, K. Historical Note on the Origin of the Normal Curve of Errors. *Biometrika*, Oxford, v. 16, p. 402-404, 1924.
- SIMON, J. What does the Normal Curve Mean? *Journal of Education Research*, v. 61, n. 10, p. 435-438, 1968.

---

### **A Crítica na Filosofia da Matemática de Lakatos para construção do conhecimento matemático**

Eveline O. Batista

Bacharela em Filosofia, Unifesp; graduanda em Matemática, IFSP  
[eveline.osserio@aluno.ifsp.edu.br](mailto:eveline.osserio@aluno.ifsp.edu.br)

Imre Lakatos (1922-1974) foi um importante filósofo do século XX que abordou conhecimentos relacionados à ciência e à Matemática. Esta última é fortemente explorada na obra *A lógica do descobrimento matemático: Provas e Refutações* (1978) e é tratada neste estudo como base essencial, com objetivo de tentarmos entender a importância de sua crítica para a construção do conhecimento matemático.

Em sua obra *Crítica da Razão Pura*, Kant (1724-1804) lamentava que as provas filosóficas carecessem da mesma “armadura” que tinham as provas matemáticas. Para ele e seus contemporâneos esta armadura parecia-lhes invulnerável. Entretanto, no início do século XX, devido a vários fatores, como paradoxos da teoria dos conjuntos, opiniões divergentes com relação aos fundamentos etc., a tradicional confiabilidade nas provas matemáticas e em seu rigor conclusivo ficou abalada. Lakatos, conforme Carvalho explica: “traz o falibilismo para o terreno da Matemática (considerada por vários autores como um modelo da verdade inabalável), enquanto buscava racionalizar a ação de descoberta (que muitos relegavam à psicologia), o texto de *Proofs and Refutations* tem como tema central a evolução do conhecimento matemático”

(CARVALHO, p. 12, 2017). Assim surgia a concepção de que as demonstrações matemáticas estão abertas à críticas, como qualquer outro raciocínio científico (PERMINOV, 1988).

Qual motivo da escolha: *Provas e Refutações*? Como vimos anteriormente, Lakatos se baseia na ideia de que a matemática, assim como as ciências naturais, é falível, não é indubitável e cresce por meio da crítica e correção de teorias, as quais nunca estão totalmente livres de ambiguidades ou da possibilidade de erro. Dessa forma, é um trabalho importante dentro da filosofia da matemática, pois apresenta diversas ideias que, de certa forma, trouxeram um novo olhar para a construção do conhecimento matemático. Em um contato inicial com sua obra pode-se notar que Lakatos critica aspectos ligados a abordagens formalistas e a falta de conexões entre a mesma e a História da Matemática. Isso se afirma logo nas primeiras páginas: “sob o atual domínio do formalismo, é se tentando a parafrasear Kant: a história da Matemática à falta da 1 Bacharela em Filosofia – Universidade Federal de São Paulo. Atualmente, graduanda em Matemática – Instituto Federal de São Paulo. orientação da Filosofia, tornou-se cega, ao passo que a Filosofia da Matemática, voltando as costas aos fenômenos mais curiosos da história da Matemática tornou-se vazia (LAKATOS, 1978, p.15). Portanto, é proposto que o conhecimento matemático se desenvolva por meio do chamado *método de provas e refutações*, compreendido como um método racional.

Na epistemologia, o seu trabalho está associado ao chamado programa de pesquisa, que é usado no intuito de explicar o desenvolvimento das ciências empíricas. Em relação à Matemática, Lakatos embasou suas reflexões na história da Matemática, estabelecendo o falsificacionismo de Popper.

É importante ressaltar que o critério de demarcação de Popper separa a matemática das ciências empíricas, Popper não desenvolveu de uma forma sistemática uma filosofia da matemática. Lakatos amplia o falibilismo de Popper à matemática (FLACH, 2016, cf. pp. 253-255). Assim, podemos dividir o presente estudo da seguinte forma: (1) leva em consideração aspectos filosóficos e históricos da Matemática; (2) foca o método racional de Lakatos, ou, sua *Lógica do Descobrimento Matemático*.

Além disso, as reflexões deste estudo são de cunho exploratório e bibliográfico. Sua composição se pauta na análise de referenciais teóricos, como: Carvalho (2018), Molina (2001), Musgrave (1979), Flach (2016), Perminov (1988) dentro outros, bem como a própria obra de Lakatos, *Provas e Refutações*, de 1978.

Inicialmente foi traçado um panorama geral da Filosofia da Matemática, no qual percorremos os aspectos históricos a respeito da construção do conhecimento matemático e também de contextualizar as ideias de Lakatos. Na sequência foi focalizada aquela que é considerada a fonte primária de nosso estudo, a saber, a obra *Provas e refutações: a lógica do descobrimento matemático*. As fontes secundárias constituem-se de todas as outras obras encontradas na bibliografia, como livros e artigos que auxiliam na sustentação da investigação de nosso estudo.

O objetivo de desenvolver o presente estudo não é equacionar problemas ou lançar algo inovador. Mas sim, tentar esclarecer alguns pontos, são eles: (a) Lakatos defende a ideia de que a matemática é um campo do conhecimento falível; além disso, para ele, a matemática é uma construção humana e, portanto é passível de erros e dúvidas; b) mostrar que quasi-empirismo de Lakatos não permite que a Matemática tenha componentes empíricos; c) tanto Lakatos quanto Popper concordam com a importância do empírico, dos fatos baseados na experiência para testar as teorias científicas, isto é, para ambos, a relação entre fatos observados e teorias levantadas tem

um caráter falsificacionista, sendo o conteúdo empírico uma das formas de detectar as anomalias responsáveis pelo progresso científico. Contudo, diferentemente de Popper, Lakatos defende que o núcleo firme de um programa de pesquisa é imune a essas anomalias e, conseqüentemente, ao próprio falsificacionismo, sendo assim irrefutável. Também segundo Lakatos, a capacidade de previsão de fatos novos representa melhor o progresso da ciência do que a possibilidade de falsificação.

Por fim, para melhor compreender o que foi afirmado anteriormente, teremos que buscar em Lakatos e Musgrave, a definição de Programa de Pesquisa Científica, o que não nos cabe neste presente estudo, por enquanto.

### **Referências Bibliográficas**

CARVALHO, H. M. de. *Um Estudo de Provas e Refutações de Imre Lakatos*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Paulo, Guarulhos SP, 2018.

FLACH, M. Lakatos como um crítico de Popper. In: XVI Semana Acadêmica do Programa de Pós-Graduação em Filosofia da PUCRS: v. 1, p. 230-275 [recurso eletrônico] / André Luiz Neiva, Felipe Medeiros, Tatiane Marks (Orgs.) – Porto Alegre: Editora Fi, 2016.

LAKATOS, I. *Provas e refutações: a lógica do descobrimento matemático*. Rio de Janeiro: Zahar, 1978.

LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. (orgs.) *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento*. São Paulo: Cultrix, 1979.

PERMINOV, V. Y. On The reliability of mathematical proofs. *Revue Internationale de Philosophie*, Bruxelles, v. 42, n. 167, 1988.

---

### **Questões filosóficas para uma linguagem exata**

Fernando Pereira da Silva  
Graduado e licenciado em Filosofia – Unifesp – Guarulhos, SP  
ferdnanps@hotmail.com

Sabe-se que Imre Lakatos teve influências em fontes da filosofia da ciência para escrever *A Lógica do Descobrimento Matemático: Provas e Refutações*. Karl Popper atuou no London School Economics e publicou sua tradução de *A Lógica da Descoberta Científica* quase que no mesmo período em que Lakatos ingressou na mesma instituição. É interessante observar essa relação de influência entre filosofia da ciência e filosofia da matemática em Lakatos, já que em princípio cada uma possui ramos diferentes de atuação. Afinal, se as ciências da natureza descrevem o mundo e a matemática cria regras, podemos falar em descobertas científicas ou matemáticas?

Nesse trabalho há três objetivos principais, dos quais, o primeiro é filosófico e diz respeito a uma reflexão sobre a utilização do termo “descoberta”, seja ele no âmbito das matemáticas ou das ciências da natureza, já os outros dois são cunho da filosofia da matemática propriamente, onde será abordada, no segundo objetivo, uma breve introdução a alguns conceitos básicos da obra de Lakatos, para no terceiro objetivo levantarmos questões sobre o cubo sem uma face, poliedro esse primordial para a obra *Provas e Refutações*. Tratar da importância do uso do termo “descoberta” faz-se necessário já que parece fazer referência ao neoplatonismo. Mesmo nos dias atuais toda vez que matemáticos se referem às conjecturas matemáticas já consolidadas parecem fazer referência à corrente neoplatônica criada por Aristóteles, leitor de Platão, e disseminada pelos peripatéticos ao longo de séculos, ou seja, partem de um argumento essencialista e universalista que está presente no discurso cotidiano de muitos professores e matemáticos, com a suposição de que “os teoremas matemáticos demonstrados e aceitos são verdades universais, isto é, eles são válidos em qualquer época e em qualquer lugar do universo”. Estaria o neoplatonismo enraizado na tradição da matemática mesmo nos dias atuais? Isso parece se fazer visível em perguntas como: a matemática existe independente de nós humanos como se estivesse na essência das coisas? Ou nós seres humanos criamos uma linguagem totalmente nova? A matemática estaria no mundo como algo implícito, que não é aparente, que é intangível e que, portanto, nós seres humanos com nossos sentidos não enxergaríamos, mas apenas poderíamos captar com nosso intelecto? Essas questões sugerem uma outra: a matemática é real? Existe no mundo independente de nossas mentes? Ou como já foi colocado, essa linguagem é uma criação estritamente humana e, portanto, uma criação histórica de uma dada espécie, de um dado planeta e de uma dada época? Portanto, de um conjunto específico de sujeitos em um determinado tempo e espaço? O que levou Euler a formular que  $V - A + F = 2$ ? E por qual razão isso é tão importante para a lógica do descobrimento? Perguntas elementares do texto de Lakatos também serão revisitadas como: O que uma prova matemática prova? Ou: Qual o objetivo da prova matemática? O que acontece quando retiramos uma face de um cubo? Por que o teorema de Descartes-Euler parece não levar em consideração as faces internas do cubo cuja uma face fora removida? O que faz uma conjectura matemática ser verdadeira? E o que seria verdade para a matemática? Essas são as perguntas elementares desse trabalho e os esforços serão direcionados para seus desenvolvimentos.

Usaremos, para isso, o método da dúvida onde serão levantadas perguntas pertinentes sobre algumas das obras de Imre Lakatos, as quais serão revisitadas, citadas e analisadas reflexivamente.

### **Referências bibliográficas:**

- LAKATOS, I. *A Lógica do Descobrimento Matemático: Provas e Refutações*. Organizado por John Worrall e Elie Zahar. Zahar Editores, Rio de Janeiro, 1978.
- POLYA, G. *Mathematics and Plausible Reasoning*. Volume I: *Induction and Analogy in Mathematics*. Princeton University Press, Princeton, 1954.
- MARINS, H. C. *Um Estudo de Provas e Refutações de Imre Lakatos*. Tese de doutorado, Universidade Federal de São Paulo, Guarulhos, 2018.



## **Termodinâmica: campo de reflexão sobre a relação entre *hard core* e heurística positiva**

Jojomar Lucena da Silva  
Doutor de Filosofia, FFLCH, Universidade de São Paulo  
jojomarls@gmail.com

Embora o grande esforço de Lakatos em fundamentar sua metodologia de reconstrução racional da história, interrogações permaneceram. Desde sua aparição, esta foi criticada por vários autores, na maioria das vezes de maneira justificada. Contudo, mesmo diante dessas críticas, é possível defender o projeto Lakatosiano, pois sua metodologia, segundo ele mesmo, constitui um programa de pesquisa e, portanto, é passível de evolução. Até onde pode chegar essa evolução, entendida como uma alteração da proposta original, é um dos pontos que pretendemos discutir.

Apesar de constituir uma área da Física que, conceitualmente, não pode ser considerada das mais complexas, e os vários aspectos de sua história terem sido amplamente explorados, a aplicação da metodologia Lakatosiana à termodinâmica é rara. Um dos poucos casos é o breve e ousado trabalho de C. Ulises Moulines, *The emergence of a research programme in classical thermodynamics*.

Primeiramente, Moulines entende um programa de pesquisa como entidade diacrônica, ou seja, como um processo cultural que se passa no tempo, com um começo, uma evolução e uma unidade em sua fase madura. Ele então defende que, na termodinâmica, uma unidade teórica com um começo e uma evolução em diferentes estágios é identificável na emergência e evolução da termodinâmica de equilíbrio, de Gibbs, dos inícios de 1870 até a década de 1930s, cujo período fundacional é formado pelos próprios trabalhos de Gibbs (de 1873 a 1978), evoluindo, na virada do século, na Dutch school of physical chemists e em trabalhos de alguns físicos alemães e franceses.

Deste último grupo pertence, por exemplo, Pierre Duhem e o próprio Walther Nernst, que articulou a chamada terceira lei da termodinâmica formulada, juntamente com uma série de contribuições à Química – ele é considerado o pai da moderna físico-química –, contribuições que lhe renderam o Nobel nessa área, em 1920. As escolas que desenvolveram as ideias de Nernst, na Alemanha e nos Estados Unidos, correspondem à fase madura do programa iniciado por Gibbs.

Contudo, a termodinâmica, como teoria geral sobre os efeitos do calor, especialmente os efeitos mecânicos, remete a um século antes, por exemplo, com as teorias do calórico de Joseph Black e Lavoisier, passando pelos trabalhos de James Watt, Sadi Carnot, Clapeyron, Clausius, William Thomson, James Thomson, Maxwell, etc. Não há nenhuma contradição aqui, pois o próprio Lakatos afirma que a ciência, antes de sua fase madura, possui uma etapa em que o conhecimento avança como que por tentativa e erro. Por sua vez, Moulines aduz razões para defender que a termodinâmica, nesse período, ainda não se encontra suficientemente madura, contendo deficiências conceituais, que fazem com que termos fundamentais da teoria, como o de calor, continuem confusos e vagos. A reconstrução racional é típica da ciência madura.

A reconstrução de Moulines da termodinâmica corresponde a uma estratégia que faz com que muitos dos problemas da aplicação da metodologia de Lakatos – como apontado por alguns críticos – sejam evitados, como identificar o programa de pesquisa que rege cada teoria e se essa série de teorias é progressiva ou está degenerando. A resposta dada por Lakatos e repetida por Moulines é: essas questões são convenientes

somente para ciências maduras. Fora daí, essas perguntas podem causar muitos problemas e dar a impressão que o método em discussão é impraticável.

Mas isso não significa que a pré história de uma ciência não tenha interesse para a própria compreensão da estrutura particular que um certo programa de pesquisa assume ou pode assumir. Em concreto, na termodinâmica, sustentamos que a sequência formada pelas teorias de Carnot, Clapeyron, Clausius-William Thomson e Gibbs (sobre substâncias homogêneas em equilíbrio) se, por um lado, constituem reformulações para assimilar mudanças conceituais – como a passagem da teoria do calórico para a conversibilidade entre calor e força motriz e os resultados do experimento de Thomas Andrews –, por outro, visam aumentar o poder heurístico em relação à teoria anterior.

A questão relevante aqui é que o ganho heurístico conseguido, exige uma reformulação das leis fundamentais da teoria. Esse ajustamento entre leis fundamentais e poder heurístico é fundamental para, na ciência madura, identificar o hard core, ressaltar que a heurística positiva lança suas raízes no próprio núcleo do programa e distinguir essa heurística das demais hipóteses auxiliares.

Como dito no início, embora a termodinâmica não venha a ser, conceitualmente falando, um dos âmbitos mais complexos da Física, por outro, ela é um laboratório em que questões referentes à metodologia dos programas de pesquisa de Lakatos podem ser exemplarmente discutidas e solucionadas.

#### **Bibliografia:**

FOX, Robert (1971). *The caloric theory of gases: from Lavoisier to Regnault*. Oxford: Oxford University Press.

LUCENA, J.; CHIAPPIN, J.R.N. (2017). A geometria como instrumento heurístico da reformulação da termodinâmica na representação de ciclos para a de potenciais. *Principia*, v. 21, n. 3, p. 291-315.

LUCENA, J.; LARANJEIRAS, C.; CHIAPPIN, J.R.N. (2019). Gibbs's rational reconstruction of thermodynamics according to the heuristic tradition of Descartes's analytical method. *Revista Brasileira de Ensino de Física* (online), v. 41(1), pp. e20180012-e20180012-15, 2019.

LAKATOS, I. (1978). *The methodology of scientific research programmes*. Cambridge: Cambridge University Press.

LERVIG, Philip (1976). The existence of a work function in Carnot's theory. In: *Sadi Carnot et l'essor de la thermodynamique*. Paris: Éditions du Centre National de la Recherche Scientifique, p. 199-211.

MOULINES, C. Ulisses (1989). The emergence of a research programme in classical thermodynamic. In: *Imre Lakatos and theories of scientific change*, Kluwer, p. 111-122.

-----

## O entendimento do caixeiro viajante, à luz da epistemologia de Imre Lakatos

Valdeir Francisco Oliveira Filho  
Débora Coimbra

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM),  
Universidade Federal de Uberlândia (UFU), MG  
valdeirfilho@ufu.br; deboracoimbra@ufu.br

*(Apresentado por Débora Coimbra)*

É sabido que desde os tempos remotos, diversos são os meios utilizados para se difundir a informação. Após adquirir o domínio de meios de informação e de aperfeiçoá-los, o homem descobriu uma maneira de quantificar a informação e por esse meio, atuar na resolução de problemas. A aquisição deste conhecimento, motivado por diversas fontes, teve como elo o desenvolvimento de programas de pesquisa voltados à compreensão do significado de otimização.

Imre Lakatos define em sua epistemologia do conhecimento, que os programas de pesquisa são compostos por um conjunto de regras que governam o desenvolvimento de uma determinada pesquisa em questão. São três os pilares que a sustentam. A primeira delas o núcleo duro pode ser definido como uma característica central do programa de pesquisa científica, ou seja, o conhecimento base do programa e de onde partem todas as premissas do desenvolvimento da pesquisa.

O cinturão protetor, o segundo pilar, é formado pelas hipóteses auxiliares que podem ser refutáveis e modificáveis. Essas hipóteses são chamadas de heurísticas. A heurística positiva, que atua como um de padrão a ser obedecido, possivelmente levando a conjecturas que irão sedimentar o conhecimento chave do programa. De forma oposta, a heurística negativa, definida como caminho a ser evitado.

A visão de Lakatos, pode ajudar auxiliar na compreensão de problemas matemáticos complexos e os meios em que se pode adotar para alcançar a solução. O Problema do Caixeiro Viajante – PCV é um bom exemplo. Basicamente, sua solução define a necessidade de se encontrar a menor rota que passe por todas as cidades de um mapa e que nenhuma dessas cidades seja visitada mais de uma vez. Deste modo podemos simplificar sua definição, como sendo um problema de otimização de rotas, de qualquer espécie.

Problemas da classe Não-Polinomial (NP) apresentam alta complexidade de resolução com métodos enumerativos, pois o tempo de processamento é absolutamente inviável a não ser quando instâncias muito pequenas de problemas estão sendo resolvidas, já que o aumento do tempo do processamento é exponencial.

Para contornar este problema, podem ser usadas heurísticas que em vários casos podem encontrar soluções de boa relação custo-benefício, ou leia-se, processamento/solução, considerando-se os tamanhos das instâncias. Não há ainda de maneira conhecida uma solução única, prática e viável para o PCV. O que existem são soluções que se valem de alternativas de outras naturezas e que podemos elencá-las como soluções candidatas.

Se analisarmos esse problema sob uma ótica lakatosiana, vamos observar que o núcleo duro deste conceito é a otimização de uma rota, portanto, o PCV é um paradigma que ilustra uma necessidade de se encontrar um caminho ótimo. Se tomamos como exemplo a otimização de custos de entregas de qualquer natureza, havemos de lembrar

que a redução de custos é o paradigma a ser observado, porém, isso não necessariamente significa que a regra seja sempre a menor distância, afinal outros pesos são considerados em serviços desta natureza.

A metodologia de Lakatos, considera também a avaliação do progresso científico, que pode ser comparado com os modos de observação do progresso, bem como aqui para o caso em questão, computacional. Assim é a força heurística ou poder explicativo, o termo técnico empregado "a fim de caracterizar a força de um programa de pesquisa para antecipar teoricamente fatos novos em seu crescimento" (Lakatos, 1979).

As heurísticas positivas surgem de outras abordagens da solução do PCV advindas posteriormente. Algumas delas valendo-se de outras técnicas computacionais, como Algoritmos Genéticos, Redes Neurais, meta heurística de Busca Local Dirigida. A medida do avanço das pesquisas, esses resultados poderão ser confrontados com os sucessos ou insucessos de fato ocorridos, confirmando ou não as previsões e expectativas quanto aos sucessos previstos, tais como as previsões de vendas dos produtos ou serviços.

Neste trabalho foram apresentados nossos entendimentos de Imre Lakatos sobre algumas aplicações mais utilizadas na resolução computacional do Problema do Caixeiro Viajante na atualidade. Particularmente, o enfoque se concentrou em uma compreensão das técnicas e do enfoque do problema, a luz da teoria.

-----