



# Um Julgamento no Ensino Médio – Uma Estratégia para Trabalhar a Ciência sob Enfoque Histórico-Filosófico

.....  
**Andreia Guerra e  
José Claudio Reis**

Colégio Pedro II - Grupo Teknê  
E-mail: grupo@tekne.pro.br

.....  
**Marco Braga**

CEFET-RJ - Grupo Teknê  
E-mail: grupo@tekne.pro.br  
.....

## Introdução

**O**s aparatos científicos e tecnológicos preenchem nosso cotidiano, apresentando-nos constantemente novas questões, fazendo com que o exercício da cidadania implique, necessariamente, em posicionar-se diante da Ciência e da Tecnologia. Como ser cidadão sem discutir as estratégias para investimentos energéticos, o problema dos transgênicos, das radiações eletromagnéticas em torres de alta energia que cortam as cidades, dentre tantos outros que podemos aqui mencionar? A exigência de um olhar crítico à Ciência e à Tecnologia torna o ensino das Ciências fundamental no processo de formação da cidadania. Entretanto, não podemos nos contentar com a certeza da urgência de um ensino de Ciências de qualidade; precisamos, ainda, nos perguntar sobre seus objetivos e os caminhos que devemos seguir em nossas salas de aula.

As possibilidades para os cursos de Ciências são grandes. Porém, quaisquer que sejam as opções tomadas, existe uma questão que precisa ser discutida com os alunos: quais os limites e possibilidades do conhecimento científico?

É pensando e refletindo sobre a Ciência que os alunos poderão no futuro enfrentar novas questões científicas, mesmo estando trabalhando em áreas completamente distantes do meio de produção científica e tecnológica. Assim, trazer a reflexão da Ciência para a sala de aula é tarefa de todos os professores envolvidos com a educação científica.

Reconhecemos que várias são as estratégias possíveis a serem tomadas pelos professores para que a reflexão citada se concretize. Nós, por exemplo, optamos por problematizar a Ciência e a Tecnologia a partir da discussão histórico-filosófica de sua construção.

Apesar dessa defesa, transformar um curso de Ciências em aulas de História da Ciência seria empobrecedor para o aluno. As aulas devem permitir aos alunos o contato com a Ciência nos seus diferentes aspectos, inclusive, no lúdico. Então como trazer o estudo histórico-filosófico da Ciência e com ele a reflexão sobre os limites e possibilidades desta, sem transformar as aulas de Ciências em aulas de História das Ciências?

A alternativa que temos adotado ao longo dos últimos 10 anos é escolher certos momentos cruciais para o desenvolvimento da Ciência, e em nosso caso da Física, para serem historicamente trabalhados. Tendo realizado a escolha, nos envolvemos com a construção de estratégias

**A exigência de um olhar crítico à Ciência e à Tecnologia torna o ensino das Ciências fundamental no processo de formação da cidadania**

concretas de ação em sala de aula que levem os alunos a lerem e refletirem sobre o assunto tanto no tempo de aula como no horário extra-escolar.

Uma das estratégias que muito sucesso tem logrado é a realização de um “juízo”. Essa atividade tem se mostrado muito pertinente para fazer com que os adolescentes dediquem tempo à leitura e à reflexão do assunto que desejamos debater.

Apresentaremos a seguir um “juízo” que temos realizado há

---

Este artigo apresenta uma atividade realizada ao longo dos últimos cinco anos em escolas da cidade do Rio de Janeiro, que tem por propósito introduzir nos cursos de física de nível médio discussões histórico-filosóficas sobre a ciência.

cinco anos com alunos de um curso de Física de primeira série do Ensino Médio, em escolas da cidade do Rio de Janeiro. Pelo tempo que estamos trabalhando sobre esse projeto, o que aqui relatamos é a versão final, resultado de modificações das primeiras atividades executadas.

Nos cursos de Física da primeira série das escolas selecionadas, o tema trabalhado é o estudo da Mecânica. Os assuntos tratados nessa série são:

1. Medidas: o que significa medir, o que são padrões de medidas

2. Erros e Algarismos significativos

3. O estudo do movimento

3.1. Movimento retilíneo uniforme e uniformemente variado (a classificação dos movimentos foi historicamente apresentada, sem que muito tempo fosse despendido com o assunto).

3.2. Queda livre

3.3. Movimento planetário/ leis de Kepler

4. Leis de Newton e Gravitação Universal

5. Força de atrito e aplicações de Leis de Newton.

Ao enfocarmos o item 1, “Medidas”, optamos por discutir historicamente a introdução da linguagem experimental e matemática na Ciência. Isto porque defendemos que para uma efetiva compreensão da Ciência e de seu papel na sociedade contemporânea, é fundamental que se discuta as condições históricas e filosóficas para o chamado “Nascimento da Ciência Moderna”, pois do contrário a Matemática e a experimentação se apresentarão como passes de mágica. Para dar, então, início à discussão, os alunos lêem o livro “Galileu e o Nascimento da Ciência Moderna” (Guerra, 1997), que discute como a Matemática e a experimentação tornaram-se critérios de verdade para as Ciências. Para concretizar o debate, o livro apresenta a sociedade medieval e as transformações técnico-culturais que a Europa sofreu a partir do século XII. O papel da Igreja na Idade Média é ressaltado, assim como a importância de pensadores religiosos como Santo Agostinho e São Tomás de Aquino para a ciência medieval. Discute-se,

também, a importância de algumas ordens religiosas, como a dos franciscanos com Robert Grosseteste, Roger Bacon, John Scotus, William de Ockham e outros para o questionamento da posição ali hegemônica. Ao travar esse debate, a Ciência se apresenta como uma construção de homens inseridos em uma cultura.

Ao término da leitura, continuamos com a projeção do filme “O Nome da Rosa” de Jean Jacques Annaud (1986), baseado no livro homônimo de Umberto Eco, em que os temas já abordados no livro foram aprofundados e debatidos. Apesar dessas etapas incentivarem a reflexão sobre o desenvolvimento das idéias científicas, acreditávamos que o estudo do “Nascimento da Ciência Moderna” precisasse ser continuado durante o trabalho dos outros temas do curso de primeira série. Como percebemos que novas aulas não causariam mais tanto impacto, propusemos aos alunos a realização de um “julgamento”.

### **As Etapas Preliminares ao Dia do “Julgamento”**

O “julgamento” tem por propósito, como destacamos anteriormente, impulsionar os alunos a estudarem o nascimento da Ciência moderna fora do espaço de sala de aula. Por isso, indicamos a seguinte sentença: “O desenvolvimento da Ciência foi atrasado ao longo da Idade Média?”.

Para concretizar a atividade, os alunos foram divididos em três grupos. Um, a promotória, teria por propósito defender a tese afirmativa em relação à pergunta colocada, um outro, a defesa, a tese negativa e um terceiro constituir-se-ia no corpo de jurados.

A promotória e a defesa escolheram dois advogados para apresentarem suas teses. O restante dos componentes desses grupos eram testemunhas chamadas, no dia do julgamento, a depor a favor da tese

defendida por seu grupo. Foi solicitado que as testemunhas representassem supostamente pessoas que viveram na Europa em fins da Idade Média ou no Renascimento. Assim, hipoteticamente, o “julgamento” aconteceria na Europa no final do Renascimento.

Os jurados formavam, por sua vez, o grupo dos inquisidores. Cada um tinha por função formular perguntas às testemunhas e aos advogados dos dois grupos. A cada apresentação de uma testemunha, o grupo de jurados selecionava uma pessoa para levantar questões àquele personagem, de modo a não repetir o inquisidor.

**Para uma efetiva compreensão da Ciência e de seu papel na sociedade contemporânea, é fundamental que se discuta as condições históricas e filosóficas para o chamado “Nascimento da Ciência Moderna”, pois do contrário a Matemática e a experimentação se apresentarão como passes de mágica**

Para se prepararem para o dia do julgamento, o grupo da promotória e o da defesa receberam textos suplementares, sendo ainda incentivados a pesquisar outras fontes bibliográficas. Após a escolha do papel a ser desempenhado no dia do “julgamento”,

cada aluno dedicou sua atenção ao estudo de seu personagem histórico, criando argumentos para defender a tese de seu grupo e atacar a do adversário. Como os advogados seriam destinados a construir uma história lógica para defender a tese do grupo, foi lhes solicitado que estudassem um pouco da vida e dos argumentos construídos para cada testemunha.

O grupo de jurados, após estudar o assunto, formularia, em conjunto, perguntas que tinham por propósito questionar os dois grupos.

### **O Dia do Julgamento**

Os jurados escolheram um juiz, cuja função no dia do evento foi a de organizar as apresentações, mantendo a ordem.

O “julgamento” iniciou-se com os advogados de cada lado apresentando um resumo da tese defendida. Feito isso, foi sorteado um grupo para começar. Um dos advogados, então, chamava a primeira testemunha, apresentando-a. Inicialmente o outro

advogado, do grupo da testemunha, que não a apresentara, lançava-lhe uma pergunta. Após a resposta da testemunha, iniciava-se a inquirição do corpo de jurados. Dois jurados realizavam individualmente uma pergunta à testemunha. Após o questionamento dos jurados, o juiz permitia ao grupo adversário questionar a testemunha com uma única pergunta. Fechado o ciclo o juiz avaliava a situação, e caso julgasse esclarecidos

**A Ciência moderna não foi implementada por um ou mais homens geniais, ela foi construída em um tempo e em um espaço muito bem determinados em função dos conflitos e questionamentos dos homens que lá viveram**

os argumentos da testemunha, a dispensava. Em caso contrário, convidava um novo jurado a colocar-lhe novas perguntas. Tendo encerrado a apresentação da testemunha, o juiz requisitava ao outro grupo que chamasse sua testemunha. O processo repetia-se, alternando-se os grupos, até que todas as testemunhas tivessem depoimento.

Concluído o interrogatório das testemunhas, os advogados tinham novamente a palavra para fazer um resumo do ocorrido. Os jurados, então, se reuniam com os professores que assistiram ao julgamento para dar um veredicto.

## **Avaliando os Alunos**

Ao longo do processo de preparação, que durou dois meses, os grupos entregaram relatórios parciais ao professor. O primeiro relatório, entregue uma semana após a divisão dos grupos, consistia apenas da apresentação do levantamento bibliográfico realizado. O segundo relatório era mais elaborado que o primeiro; nele os alunos da defesa e da promotoria apresentavam as testemunhas e um protótipo dos argumentos a serem levantados pelos advogados no dia do encontro. O grupo de jurados, nesse segundo relatório, mostrava uma relação de dúvidas e questionamentos a serem abordados com os advogados no “julgamento”.

Após o professor ter lido e comentado os relatórios dos grupos da promotoria e da defesa, esses eram entregues aos jurados. Uma semana antes

do dia marcado para a realização da atividade, os três grupos apresentaram o relatório final, contendo um relato de cada testemunha, a tese de cada advogado e no caso dos jurados as perguntas previamente formuladas às testemunhas e aos advogados.

Fora os relatórios, os alunos foram avaliados pelo desempenho no dia da apresentação, que contou com o nível de participação e profundidade demonstrada. Essa avaliação foi sempre feita em conjunto com outros professores e membros da coordenação da escola que assistiram o julgamento.

## **Fontes Cinematográficas e Bibliográficas Fornecidas aos Alunos**

Foram fornecidos aos alunos uma lista de filmes, que ajudam a compreender o ambiente cultural que estava sendo estudado.

- “Em Nome de Deus” - Clive Donner, 1988;

- “O Nome da Rosa” - Jean-Jacques Annaud, 1986.

Também alguns livros foram indicados como fonte de pesquisa:

- “Galileu e o Nascimento da Ciência Moderna”, Ed. Atual;

- “História Ilustrada da Ciência”, Colin Ronan, Jorge Zahar Editores, v. 2 e 3;

- “Crônicas da Física”- tomo 3 - José Maria Bassalo, Editora da Universidade Federal do Pará;

- “De Arquimedes a Einstein - a face oculta da invenção científica”, Pierre Thuillier, Jorge Zahar Editor. (principalmente capítulos II, III e IV);

- “A Vida de Galileu” texto da peça de Berthold Brecht;

- “O Mundo de Sofia”, Jostein Gaarder, Companhia das Letras;

- “Leonardo da Vinci: Pode um mesmo Homem ser Engenheiro, Cientista e Artista?”, Marco Braga, Revista CEFET-RJ.

Obs: Os alunos recorreram a livros de História Geral indicados por seus professores de história e biogra-

fias de personagens envolvidos naquele processo, como Galileu Galilei.

## **Avaliando o Trabalho Pedagógico**

Construir uma avaliação de uma atividade pedagógica não é uma tarefa muito simples. Apesar desse fato, reconhecemos a importância de problematizarmos nosso trabalho. No caso específico do “julgamento”, desejávamos perceber se com a atividade os alunos estudariam com maior profundidade o nascimento da Ciência moderna, percebendo que a questão “A Idade Média atrasou o desenvolvimento da Ciência?” não fazia sentido. Nos preocupamos, assim, em analisar se os alunos compreenderam que a Ciência moderna foi construída por homens que, vivendo em um ambiente em transformação, dialogavam com seus contemporâneos, apesar dos horrores da Inquisição. A Ciência moderna não foi implementada por um ou mais homens geniais, ela foi construída em um tempo e em um espaço muito bem determinados em função dos conflitos e questionamentos dos homens que lá viveram.

Com essas preocupações em mente, analisamos os relatórios entregues pelos alunos e o “julgamento” em si. Os advogados de defesa argumentaram que para examinar a questão era preciso entender o papel da Igreja na sociedade medieval, uma vez que ela era a instituição que mais poder exerceu naquela época. Tendo apresentado o argumento, chamaram testemunhas como por exemplo Roger Bacon. Apresentaram-no como um homem que, apesar de ser membro da Igreja, contribuíra muito para o desenvolvimento da Ciência. Leonardo da Vinci e Galileu Galilei também foram chamados a depor. O aluno que interpretou Leonardo da Vinci apresentou no dia do “julgamento” desenhos do personagem e dados bibliográficos de sua vida que mostraram aos jurados que Leonardo da Vinci criara projetos muito especiais, por ter sido educado em um ambiente de grande reboio cultural.

O aluno que encenou Galileu Galilei também participava do grupo de defesa. No dia do julgamento, ele

apresentou os desenhos de Galileu das crateras da Lua feitos em 1610, a partir das observações da luneta, comparando-os com os do astrônomo inglês Thomas Harriot. Esse astrônomo também observara a Lua com uma luneta, porém, como não tinha os conhecimentos técnicos de desenho de Galileu, não soube interpretar as mudanças de tonalidade lunares como penumbras e sombras e assim ele não representou a Lua com crateras<sup>1</sup>. Após confrontar os desenhos, o ator que representava Galileu contou sua vida, o ambiente em que se formara e argumentou que, apesar da Inquisição, os homens de sua época, sob forte domínio da Igreja, tiveram uma formação que os permitiu criar coisas novas e ultrapassar aqueles velhos ensinamentos. A conclusão foi, portanto, de que a Igreja não atrasara a Ciência. As outras testemunhas foram depondo nessa mesma linha de argumentação.

A promotoria chamou para testemunhar Giordano Bruno, Copérnico e Galileu, dentre outros. Defenderam que a Idade Média atrasou a Ciência, pois a Igreja calara muitas pessoas, impedindo que certas obras fossem divulgadas. Fora isso condenara à prisão ou à morte muitas pessoas pelo simples fato de se oporem às

**Harriot, como Galilei, observou a Lua com uma luneta; porém, como não tinha os conhecimentos técnicos de desenho de Galileu, não soube interpretar as mudanças de tonalidade lunares como penumbras e sombras, e assim ele não representou a Lua com crateras**

normas e às idéias da instituição. Argumentavam, ainda, que caso as testemunhas chamadas não tivessem sido perseguidas por aquela instituição ou tido suas obras condenadas, a Ciência teria progredido mais, visto que mais pessoas teriam se dedicado a ela e os próprios condenados teriam tido mais tempo para trabalharem com assuntos científicos.

O confronto entre os dois grupos foi bastante intenso. As testemunhas de ambos os lados estavam muito bem preparadas, trazendo problemas não apenas para o adversário mas também para o corpo de jurados, que muitas vezes teve que formular perguntas de improviso devido a complexidade das respostas apresentadas.

Os argumentos dos grupos, a preparação das testemunhas e o envolvimento dos alunos com o evento mostraram-nos que pelo menos um dos nossos objetivos foi atingido: eles estudaram com cuidado o nascimento da Ciência moderna.

Apresentamos uma pequena amostra dos resultados do trabalho. Motivados

pelo “julgamento”, os alunos pesquisaram e leram a bibliografia dada pelo professor. Isso fez com que durante o primeiro semestre, enquanto o item 3 do programa ia sendo tra-

balhado, os alunos trouxessem constantemente questões ao professor, tornando a sala de aula um ambiente rico, um espaço em que a Ciência foi historicamente trabalhada com a ajuda dos próprios alunos. Mesmo no segundo semestre, quando o “julgamento” já terminara, os alunos ainda se referiam a ele quando estimulados pelo professor. Assim, o curso de primeira série deixou de ser um emaranhado de fórmulas para constituir-se em um aprendizado histórico-filosófico da Mecânica.

## Referências Bibliográficas

Braga, M. *A Nova Paidéia: Ciência e Educação na Construção da Modernidade*, Rio de Janeiro, e-papers (www.e-papers.com.br), 2000.

Edgerton, Jr. S.Y. *The Heritage of Giotto's Geometry - Art and Science on the Eve of the Scientific Revolution*, Ithaca e London, Cornell University Press, 1993.

Guerra, A. et al. *Galileu e o Nascimento da Ciência Moderna*, São Paulo, Ed. Atual, 1997.

Thuillier, P. *De Arquimedes a Einstein - Face Oculta da Invenção Científica*, Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editor, 1994.

\_\_\_\_\_. *Science et Société - Essais sur les Dimensions Culturelles de la Science*, Paris, Fayard, 1998.

## Nota

1. Essas informações, discutidas por Edgerton na obra *The Heritage of Giotto's Geometry - Art and Science on the Eve of the Scientific Revolution*, foram debatidas pelo professor com a turma durante o debate inicial a respeito do nascimento da Ciência moderna.



**Desvendando a Física!**

## Soluções do número anterior

### Ação e reação (p. 38): Resposta (d)

É verdade, a força que o cavalo exerce sobre a charrete é a mesma que

a charrete exerce sobre o cavalo, mas estamos interessados na aceleração e não na força. A aceleração de um objeto depende da sua massa assim como depende da força. Bem, quem tem massa maior, o cavalo ou a charrete? Não importa, porque o cavalo está ligado à Terra através dos cascos. Assim, efetivamente, uma força puxa a carroça e uma reação igual e oposta puxa o cavalo E A TERRA. Para puxar para trás o cavalo também é necessário puxar para trás toda a Terra maciça, enquanto a charrete, sendo menos maciça que a Terra, move-se muito mais facilmente. Enquanto a charrete move-se para a frente, toda a Terra move-se UM POUQUINHO para trás. Sabe quanto? Cerca de  $10^{-23}$  m...

Uma explicação mais detalhada em termos das forças aplicadas no cavalo e na charrete pode ser encontrada em *Leituras de Física - Mecânica* (GREF), (2001) p. 75.

### Numa noite fria (p. 38): Resposta (c)

As malhas estão em série. Ou seja, o calor deve atravessar ambas as malhas antes de escapar. Calor flui de lugares quentes para lugares frios do mesmo modo que eletricidade flui de altas para baixas voltagens. Isolantes térmicos em série funcionam como resistências elétricas em série, não importando a ordem em que estão dispostos.

Problemas adaptados de *Thinking Physics*, Lewis Carroll Epstein, Insight Press, San Francisco (1979).