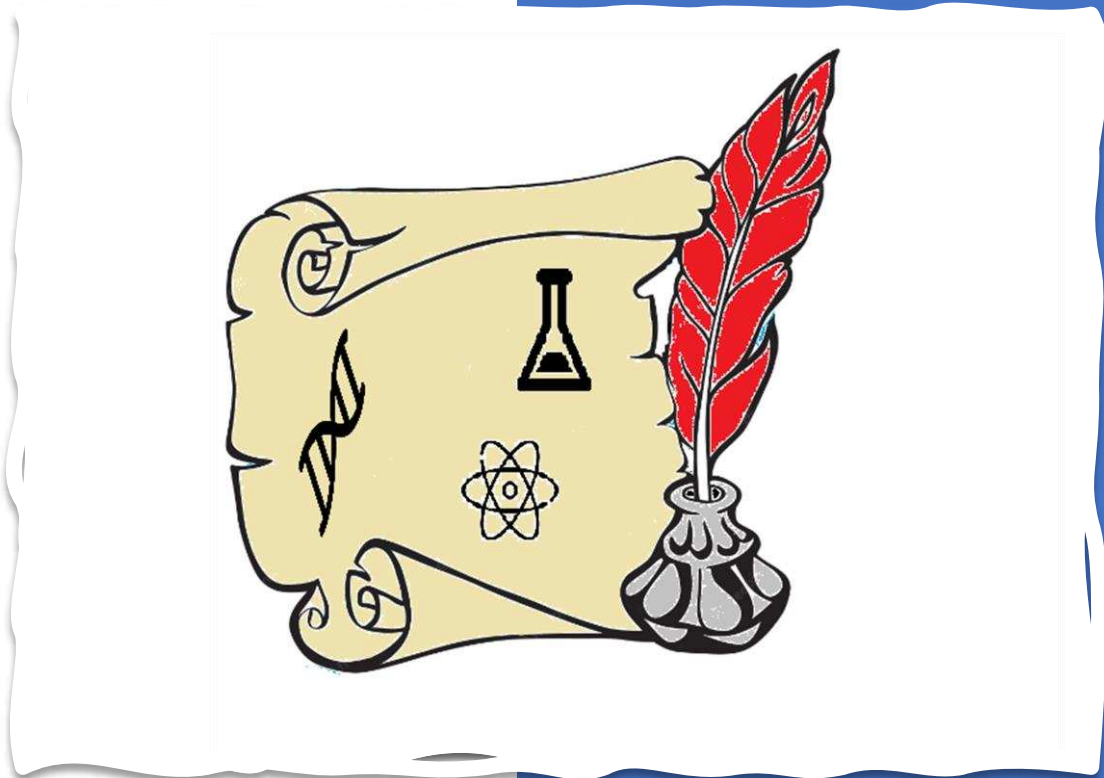


# COLEÇÃO CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

Curso de Extensão: HISTÓRIA, FILOSOFIA E NATUREZA DA CIÊNCIA NO  
ENSINO DE CIÊNCIAS

*Curso de Formação Profissional*



*Italo Zanatelli Costa Lima*

*Wagner Lannes*

*Mestrado Profissional em  
Educação em Ciências,  
Matemática e Tecnologia*





**UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI**

**Reitor** Janir Alves Soares

**Vice-Reitor** Marcus Henrique Canuto

**APOIO:**



**PPGECMaT**

Programa de Pós-Graduação em Educação  
em Ciências Matemática e Tecnologia

Italo Zanatelli Costa Lima  
Wagner Lannes

**PRODUTO EDUCACIONAL: *Curso de Formação  
Profissional***

# **HISTÓRIA, FILOSOFIA E NATUREZA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS**

Produto Educacional apresentado como requisito à obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia pelo Programa de Mestrado Profissional em Educação em Ciências Matemática e Tecnologia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, campus Diamantina. Aprovado em banca de defesa de mestrado no dia 28/fev./2023, pelos seguintes membros:

***Profa. Dra. Helen Rose de Castro Silva Andrade/ UFVJM.***

***Profa. Dra. Crislane de Souza Santos/ UFVJM.***

***Prof. Dr. Geraldo Wellington Rocha Fernandes/ UFVJM.***

***Prof. Dr. Olavo Cosme da Silva/ UFVJM.***

**1ª Edição**

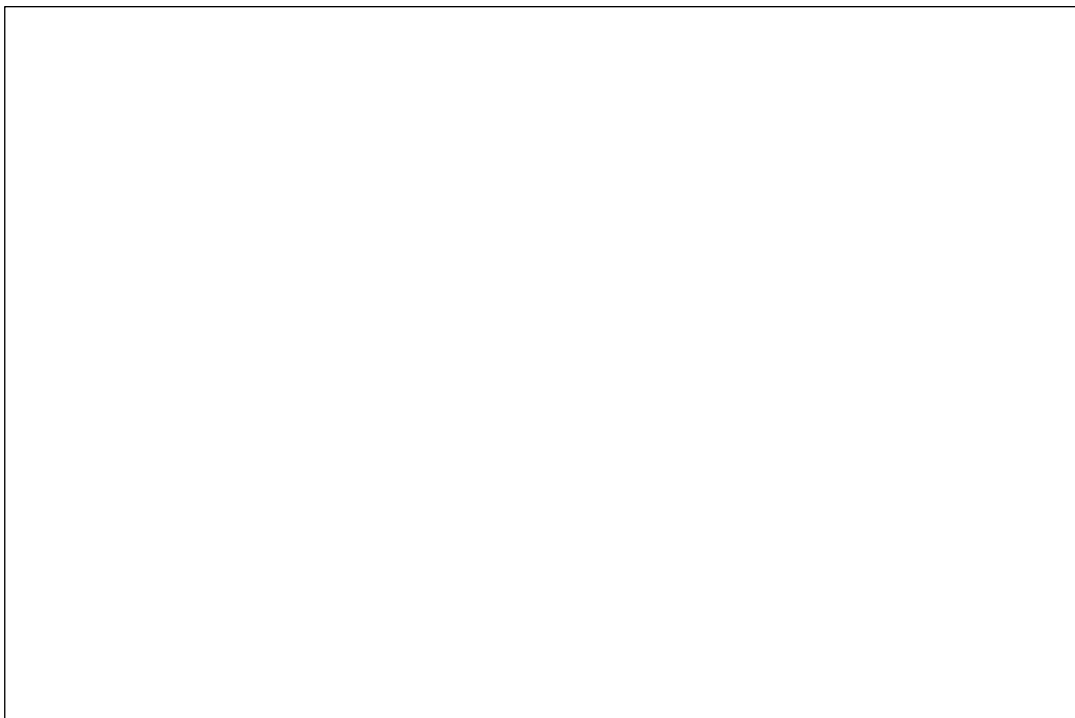
**UFVJM  
Diamantina, MG  
2023**



O conteúdo desta publicação é de inteira responsabilidade dos autores.  
Permitida a reprodução total ou parcial, desde que citada a fonte.

**Editoração eletrônica e projeto gráfico/capa:**

Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia



# SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>O CURSO DE EXTENSÃO: HISTÓRIA, FILOSOFIA E NATUREZA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS</b> .....	<b>2</b>
Apresentação .....	2
Metodologia .....	3
<b>AULA 1: A HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS</b> .....	<b>5</b>
Primeiro momento .....	5
Segundo momento .....	6
<b>AULA 2: COMPREENDENDO A NATUREZA DA CIÊNCIA</b> .....	<b>8</b>
Primeiro momento .....	8
Segundo momento .....	9
<b>AULA 3: COLOCANDO EM PRÁTICA</b> .....	<b>10</b>
<b>REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>12</b>
<b>APÊNDICES</b> .....	<b>13</b>
Apêndice A – Guia de suporte para o primeiro momento da Aula 1 .....	13
Apêndice B – Guia de suporte para o segundo momento da Aula 1 .....	16
Apêndice C – Guia de suporte para o primeiro momento da Aula 2 .....	24
Apêndice D – Guia de suporte para o segundo momento da Aula 2 .....	28
Apêndice E – Recomendações para a criação de uma aula de Ciência em uma perspectiva histórica/filosófica .....	39
<b>ANEXOS</b> .....	<b>40</b>
ANEXO 1: CARACTERIZAÇÃO DO PRODUTO/ PROCESSO EDUCACIONAL .....	40

# APRESENTAÇÃO

Esse material, apresentado como Produto Educacional, é parte integrante de nossa pesquisa intitulada **UMA ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA NAS CONCEPÇÕES SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA DE FUTUROS PROFESSORES**, desenvolvida no Programa de Mestrado Profissional em Educação em Ciências Matemática e Tecnologia, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), sob orientação do Professor Doutor Wagner Lannes.

Este Produto Educacional consiste em um Curso de Extensão, cujo objetivo é ampliar a visão de futuros professores das Ciências da Natureza no uso da História e Filosofia da Ciência (HFC) como abordagem no ensino de conteúdos científicos para uma compreensão adequada da Natureza da Ciência (NdC). Seu público alvo é, preferencialmente, os estudantes dos cursos de licenciatura em Ciências Biológicas, Física e Química da UFMG (ou outras instituições) e professores já atuantes destas respectivas áreas no ensino básico, além de outros graduandos/licenciandos que se interessarem. Apesar disso, consideramos o assunto pertinente para estudantes de cursos de Pedagogia ou Pedagogos já formados, que trabalham com a disciplina de Ciências para crianças.

A caracterização do Produto Educacional pode ser observada no Quadro 1 abaixo:

**Quadro 1.** Caracterização do Produto Educacional.

CRITÉRIO	CARACTERIZAÇÃO
Linha de Pesquisa	Formação de Professores em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia.
Tipo	Protótipo.
Subtipo	PTT2-Curso de Formação Profissional.
Impacto	Baixo, pois foi gerado somente no âmbito do Programa e não foi aplicado e nem transferido para algum setor da sociedade.
Caráter Inovador	Baixo (adaptação de conhecimento existente).
Possibilidade de ser replicável	Sim, o curso pode ser aplicado por diferentes professores em diferentes instituições de ensino, não apresentando nenhum elemento que dependa de seu contexto original de criação.
Validação	Somente em 2ª instância (banca de defesa).

Fonte: Próprio autor (2023).

# O CURSO DE EXTENSÃO: HISTÓRIA, FILOSOFIA E NATUREZA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

## Apresentação

O curso **História, Filosofia e Natureza da Ciência no Ensino de Ciências** terá carga horária total de 12 horas, distribuídas em 3 aulas de 4 horas cada. Além disso, as aulas estão agrupadas em três módulos, sendo proposto a apresentação de um módulo por semana. As aulas acontecerão em salas e/ou auditórios, no turno vespertino, pois as licenciaturas em Ciências Biológicas e Química possuem turno noturno. O curso terá 10 vagas, pois acreditamos que um número maior pode interferir na avaliação mais aprofundada que pretendemos realizar.

A ficha de caracterização do curso pode ser observada no Quadro 2 abaixo:

**Quadro 2.** Ficha de caracterização do curso.

COMPONENTES	CARACTERIZAÇÃO
Área de Atuação da Extensão	Educação
Eixo Tecnológico	Desenvolvimento Educacional e Social
Modalidade	Presencial
Local	UFVJM – Campus JK
Regime de Matrícula	Semestral
Turno de Oferta	Vespertino
Formas de Divulgação	Cartazes e redes sociais
Forma de Seleção	Ordem de inscrição
Número de vagas	10
Carga Horária Total	12 horas
Critério para emissão de certificado	Aproveitamento mínimo de 60% na nota final e frequência mínima de 75%
Tempo mínimo de Finalização	3 semanas

Fonte: Próprio autor (2023).

O objetivo geral do curso é ampliar a visão crítica dos futuros professores das disciplinas das Ciências da Natureza (Biologia, Física e Química) no uso da História e Filosofia da Ciência para uma compreensão eficaz da Natureza da Ciência. Para isso, os objetivos específicos são:

- Apresentar quais são as principais posições filosóficas e historiográficas da ciência;
- Instruir no reconhecimento de posições filosóficas e historiográficas em textos de livros didáticos;
- Apresentar a Natureza da Ciência, seus aspectos consensuais e outras formas de abordagem;
- Instruir no reconhecimento dos aspectos da Natureza da Ciência, além de uma relação entre estes aspectos e as posições filosóficas e historiográficas da Ciência.

- Instruir na criação de uma aula que aborde um conteúdo científico por meio de casos históricos.

Considerando os estudantes da Licenciatura em Física, no qual seguem a Modalidade de Educação Aberta e a Distância, além de outros professores ou futuros professores que possuem residência distante da UFVJM - Campus JK, atentamos para que o professor que ministrará o presente curso considere adotar também um ensino remoto.

Aos estudantes que não puderem comparecer presencialmente, poderão assistir as aulas, de forma remota/síncrona, junto aos estudantes que estão presentes, por meio de uma sala de videochamada, criada em em todas as três aulas do curso. Para isso, o professor responsável deverá possuir o equipamento necessário, como um computador/notebook que possua câmera e microfone.

## **Metodologia**

Existe um predomínio de visões deformadas sobre a Ciência entre estudantes e professores, que de tanto consolidadas e enraizadas, se tornaram grandes estereótipos da Ciência (GIL-PÉREZ et al., 2001). Estas visões, muitas vezes atreladas a uma posição positivista/empirista do conhecimento científico, se relacionam a aspectos observados em narrativas históricas (ALCHIN, 2004). De acordo com Gil-Pérez e colaboradores (2001), são as visões: empírico-indutivista e atórica; rígida (algorítmica, exata, infalível, ...); aproblemática e ahistórica; exclusivamente analítica; acumulativa de crescimento linear; individualista e elitista; e socialmente neutra da Ciência.

Nas narrativas históricas encontradas em materiais didáticos, é observado o uso de uma perspectiva anacrônica, continuísta e internalista, caracterizados por autores que selecionam somente ideias que culminaram na ciência contemporânea, transmitindo uma História da Ciência linear, progressiva, cumulativa, independente do seu contexto social e com um grande número de datas de descobertas, consideradas mais relevantes, e dos nomes de seus autores, considerados gênios (ALCHIN, 2004; ALFONSO-GOLDFARB, 1994). Além disso, esta historiografia ultrapassada da Ciência, também é associada a noção da existência de um método científico universal ou um conjunto de etapas capaz de produzir um conhecimento exato (FORATO, 2009).

Considerando este tipo de historiografia como incapaz de se construir uma compreensão mais adequada sobre a Natureza da Ciência, é recomendado que os professores saibam reconhecer as posições historiográficas e filosóficas defendidas nas narrativas históricas que encontram ao longo de sua profissão (ALCHIN, 2004). Ao tratar estas posições de forma implícita e sem uma reflexão crítica, acaba ocasionando, nas práticas educativas do professor, um ensino



pautado na transmissão de conteúdos considerados acabados, e como consequência uma consolidação dos estereótipos da Ciência por parte dos seus estudantes (GIL-PÉREZ et al., 2001; MELLADO; CARRACEDO, 1993).

Com o intuito de que os futuros professores das Ciências Naturais tenham um conhecimento mais informado acerca do reconhecimento e uso de posições historiográficas e filosóficas na Ciência para propiciar uma compreensão eficaz da Natureza da Ciência, sugere-se que tenham em sua formação uma abordagem explícita-reflexiva sobre este tema, além do conhecimento de como aplica-lo em suas aulas (MATTHEWS, 1995).

Para este curso, recorreremos às estratégias de ensino e aprendizagem, chamadas de “ensinagem”, elaboradas por Anastasiou e Alves (2003). Diferente de uma metodologia tradicional, que valoriza a memorização do estudante, estas estratégias são baseadas na metodologia dialética, no qual se atenta para o desenvolvimento das operações mentais de:

comparação, observação, imaginação, obtenção e organização dos dados, elaboração e confirmação de hipóteses, classificação, interpretação, crítica, busca de suposições, aplicação de fatos e princípios a novas situações, planejamento de projetos e pesquisas, análise, tomada de decisão e construção de resumos (ANASTASIOU; ALVES, 2003, p. 77)

Estas operações serão

despertadas, exercitadas, construídas e flexibilizadas pelas necessárias rupturas, por meio da mobilização, da construção e das sínteses, devendo ser vistas e revistas, possibilitando ao estudante sensações ou estados de espírito carregados de vivência pessoal e de renovação (ANASTASIOU; ALVES, 2003, p. 76)

As estratégias apresentadas por Anastasiou e Alves (2003) possuem descrição da dinâmica, das operações de pensamento predominantes e os tipos de avaliações. Os detalhes de cada aula do curso podem ser observados nos capítulos a seguir.

# AULA 1: A HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

A primeira aula consiste, inicialmente, na apresentação geral do curso, seu objetivo geral e justificativa. Os conteúdos serão abordados em dois momentos distintos:

- **Primeiro momento:** apresentação das posições filosóficas e historiográficas da Ciência;
- **Segundo momento:** atividade de reconhecimento destas posições presentes, explícita ou implicitamente, em textos de livros de didáticos.

O objetivo desta aula consiste em instruir os futuros professores em reconhecer e criticar as posições históricas e filosóficas de autores de narrativas históricas, principalmente em textos de livros didáticos.

## *Primeiro momento*

No primeiro momento, escolhemos a estratégia Aula Expositiva Dialogada, no qual sua caracterização pode ser observada no Quadro 3 abaixo:

**Quadro 3.** Caracterização da Aula Expositiva Dialogada.

<b>DESCRIÇÃO</b>	É uma exposição do conteúdo, com a participação ativa dos estudantes, cujo conhecimento prévio deve ser considerado e pode ser tomado como ponto de partida. O professor leva os estudantes a questionarem, interpretarem e discutirem o objeto de estudo, a partir do reconhecimento e do confronto com a realidade. Deve favorecer análise crítica, resultando na produção de novos conhecimentos. Propõe a superação da passividade e imobilidade intelectual dos estudantes.
<b>OPERAÇÕES DE PENSAMENTO (PREDOMINANTES)</b>	Obtenção e organização de dados/ interpretação/ Crítica/ Decisão/ Comparação/ Resumo.

Fonte: Anastasiou e Alves (2003, p. 86).

A dinâmica da Aula Expositiva Dialogada será composta por: contextualização do tema com o objetivo proposto; exposição do conteúdo, previamente preparado pelo professor, estabelecendo uma articulação com as experiências e conhecimentos prévios dos alunos sobre a temática; e um incentivo a um diálogo recorrente, deixando os estudantes comentarem e exporem suas opiniões, onde o professor frequentemente questiona os estudantes (ANASTASIOU; ALVES, 2003). Com o intuito de auxiliar o professor, construímos um material composto por uma síntese do conteúdo, junto a sugestões de perguntas, como suporte, que pode ser observado no Apêndice A.

A avaliação desta estratégia está pautada, principalmente, na participação dos estudantes, no qual podemos acompanhar sua compreensão e análise do conteúdo exposto, por meio de perguntas e questionamentos. Além disso, será cobrado uma síntese crítica do tema, feita

de forma escrita, complementando a avaliação do professor. Um modelo de síntese escrita a ser preenchida pelo estudante pode ser observado no Apêndice A.

## Segundo momento

Já para o segundo momento desta aula, o objetivo é instruir no reconhecimento de posições filosóficas e historiográficas em textos de livros didáticos, no qual escolhemos a estratégia Estudo de Texto. A caracterização desta estratégia pode ser observada no quadro 4 abaixo.

**Quadro 4.** Caracterização do Estudo de Texto.

<b>DESCRIÇÃO</b>	É a exploração de ideias de um autor a partir do estudo crítico de um texto e/ou a busca de informações e exploração de ideias dos autores estudados.
<b>OPERAÇÕES DE PENSAMENTO (PREDOMINANTES)</b>	Identificação/ Obtenção e organização de dados/ Interpretação/ Crítica/ Análise/ Reelaboração/ Resumo.

Fonte: Anastasiou e Alves (2003, p. 87).

Após uma leitura integral dos textos junto com o professor, seguimos as etapas recomendadas pela Anastasiou e Alves (2003) para a dinâmica desta aula:

- **Contexto do texto:** será observado o tipo de texto, quando foi publicado e quem são os autores;
- **Análise textual:** visão do conjunto de fatos defendidos, vocabulário, autores citados no texto e esquematização;
- **Análise temática:** compreensão da mensagem do autor, principalmente em relação a ideia central e ideias secundárias;
- **Análise interpretativa:** levantamento de discussão sobre as visões defendidas pelos autores;
- **Problematização:** Interpretação da posição histórica e filosófica dos autores e crítica.
- **Síntese:** reelaboração da mensagem interpretada com a contribuição do conhecimento pessoal.

Os textos que serão analisados foram extraídos de livros didáticos do Ensino Médio, pertencente as disciplinas Biologia, Física e Química, aprovados pelo Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) em 2018, encontradas na Guia Digital PNLD 2018 (BRASIL, 2018). Os Três textos, um de cada disciplina, se encontram no Apêndice B<sup>1</sup>. Para essa atividade, serão formados

---

<sup>1</sup> Recomendamos que os textos usados neste momento da aula sejam constantemente atualizados de acordo com novas aprovações do PNLD. O site para conferir as atualizações é: [Guia Digital - PNLD \(ufal.br\)](http://Guia Digital - PNLD (ufal.br)) (BRASIL, 2023).

três grupos, com o propósito de cada um estudar os três textos, onde haverá um incentivo a discussão durante a análise.

Para a avaliação deste momento, será cobrado, novamente, uma síntese escrita, levando em conta “as habilidades de compreensão, análise, síntese, julgamento, inferências e interpretação dos conteúdos fundamentais e as conclusões a que chegou” (ANASTASIOU; ALVES, 2003, p. 87) cada grupo. O modelo desta síntese a ser preenchida pelos grupos se encontra no Apêndice B.

Recomendamos que as respostas das sínteses desta aula sejam analisadas pelo professor e abordadas no início da aula seguinte, de forma breve, dialogando sobre o conteúdo proposto e o retorno recebido pela avaliação.

## AULA 2: COMPREENDENDO A NATUREZA DA CIÊNCIA

O objetivo desta aula consiste em instruir os futuros professores em reconhecer aspectos da Natureza da Ciência e sua relação com posições filosóficas e historiográficas da Ciência. A aula terá, novamente, dois momentos distintos:

- **Primeiro momento:** apresentação de visões deformadas da Ciência, noção básica do conceito de Natureza da Ciência para o ensino de Ciências e seus aspectos consensuais;
- **Segundo momento:** atividade de reconhecimento dos aspectos da Natureza da Ciência em uma Ciência distante da que conhecemos atualmente, além da associação destes aspectos com posições filosóficas e historiográficas da Ciência.

### *Primeiro momento*

No primeiro momento, escolhemos novamente a estratégia Aula Expositiva Dialogada, por se tratar da apresentação de conteúdos densos, mesmo que considerados mais básicos para atender ao ensino. A dinâmica da Aula Expositiva Dialogada se repete, mas agora no contexto na Natureza da Ciência, onde construímos um material de suporte para o professor, composto por uma síntese do conteúdo a ser abordado e sugestões de perguntas a serem feitas aos estudantes durante a aula. Este material pode ser observado no Apêndice C.

Já a avaliação se dará na construção de um Mapa Conceitual sobre o conteúdo apresentado e sua relação com o conteúdo visto na aula anterior. A Caracterização desta estratégia pode ser observada no Quadro 5 a seguir.

**Quadro 5.** Caracterização do Mapa Conceitual.

<b>DESCRIÇÃO</b>	Consiste na construção de um diagrama que indica a relação de conceitos em uma perspectiva bidimensional, procurando mostrar as relações hierárquicas entre os conceitos pertinentes à estrutura do conteúdo.
<b>OPERAÇÕES DE PENSAMENTO (PREDOMINANTES)</b>	Interpretação/ Classificação / Crítica/ Organização de dados/ Resumo.

Fonte: Anastasiou e Alves (2003, p. 90).

De acordo com as autoras, para a elaboração do Mapa Conceitual, os estudantes devem:

- Identificar os conceitos-chave do tema;
- Selecionar os conceitos por ordem de importância;
- Incluir conceitos e ideias mais específicas;
- Estabelecer relação entre os conceitos por meio de linhas e identificá-las com uma ou mais palavras que explicitem essa relação;

- Identificar conceitos e palavras que devem ter um significado ou expressam uma proposição;
  - Buscar estabelecer relações horizontais e cruzadas, e traçá-las;
  - Perceber que há várias formas de traçar o mapa conceitual;
  - Compartilhar os mapas coletivamente, comparando-os e complementando-os;
  - Justificar a localização de certos conceitos, verbalizando seu entendimento.
- (ANASTASIOU; ALVES, 2003, p. 90)

A avaliação desta estratégia possui os critérios: “conceitos claros; relação justificada; riqueza de ideias; criatividade na organização e representatividade do conteúdo trabalhado” (ANASTASIOU; ALVES, 2003, p. 90). O modelo para a atividade Mapa Conceitual pode ser observado no Apêndice C<sup>2</sup>.

## Segundo momento

Já para o segundo momento da aula 2, o objetivo é instruir no reconhecimento de aspectos da Natureza da Ciência e sua relação com posições filosóficas e historiográficas da Ciência. Para isso, escolhemos novamente a estratégia Estudo de Texto. O texto estudado agora expõe informações a respeito do surgimento do pensamento filosófico científico.

A escolha deste tema se deu pela necessidade de apresentar uma Ciência diferente da Ciência Moderna, destacando seu contexto social e sua estrutura lógica interna, que fazia sentido para os pensadores dessa época e local, no qual podem ser observados no Apêndice D.

A dinâmica desta aula possui a mesma base do segundo momento da aula anterior, mas seguindo uma temática e objetivos diferentes. O objetivo aqui é reconhecer aspectos da Natureza da Ciência na história do surgimento do pensamento filosófico científico.

Para a avaliação deste estudo de texto, será aplicada a metodologia ativa *Peer Instruction* (Instrução por Pares), desenvolvida pelo professor de Física Eric Mazur (2015). Apesar de ser destinada para o ensino de conceitos científicos, foi feita uma adaptação para o tema desta aula. Construímos um guia para o professor, para servir como suporte no uso do *Peer Instruction*, anexado no Apêndice D.

---

<sup>2</sup> Recomendamos que o professor faça um Mapa Conceitual com a ajuda de todos, após a atividade, com o intuito de mostrar a diversidade de pensamentos, onde os estudantes podem complementar as ideias um dos outros.

## AULA 3: COLOCANDO EM PRÁTICA

Na aula 3, o objetivo é que os estudantes coloquem em prática os conhecimentos construídos nestas duas semanas de curso. Para isso, é proposto a criação de seminários, onde os estudantes formarão grupos.

Nestes seminários, os estudantes terão que apresentar como se daria uma aula de Ciências (Biologia, Física ou Química) utilizando a História e Filosofia da Ciência como abordagem para uma boa compreensão da Natureza da Ciência, justificando suas escolhas em relação as posições filosóficas e historiográficas escolhidas e os aspectos da Natureza da Ciência que pretendem enfatizar. Os estudantes podem escolher um dos três temas científicos observados nos textos do segundo momento da Aula 1:

- **Biologia:** Surgimento da Vida
- **Física:** Eletricidade
- **Química:** Radioatividade

A escolha entre estes três temas se dá pela já familiaridade ao estudar os textos da Aula 1, junto a uma futura avaliação na escolha do estudante em defender, ou se opor, as posições filosóficas e historiográficas dos autores destes textos. Apesar de terem a escolha do tema limitada, os estudantes poderão (e deverão) pesquisar outros textos que tratam da história destes temas.

A caracterização da estratégia de ensino Seminário, pode ser observada no Quadro 6 a seguir.

**Quadro 6.** Caracterização do Seminário.

<b>DESCRIÇÃO</b>	Trata-se de estudo de um tema a partir de fontes diversas a serem estudadas e sistematizadas pelos participantes, visando construir uma visão geral, como diz a palavra, "fazer germinar" as ideias. Portanto, não se reduz a uma simples divisão de capítulos ou tópicos de um livro entre grupos.
<b>OPERAÇÕES DE PENSAMENTO (PREDOMINANTES)</b>	Análise/ Interpretação/ Crítica/ Levantamento de hipóteses/Busca de suposições/ Obtenção e organização de dados/ Comparação/ Aplicação de fatos a novas situações

Fonte: Anastasiou e Alves (2003, p. 97).

Seguindo a recomendação das autoras Anastasiou e Alves (2003), a dinâmica desta estratégia consiste:

- **Preparação:** o professor deve apresentar a atividade, os temas, o objetivo e justificativas; organizar os grupos e apresentações; e auxiliar os estudantes quanto a fontes de pesquisa e nas dúvidas quanto a elaboração da apresentação.

- **Desenvolvimento:** após apresentação, deve-se haver uma discussão do tema, apontando como se deu a elaboração da apresentação, as dificuldades da aula e como foram superadas, e a conclusão geral do grupo sobre o tema do seminário e sua relação com o tema geral do curso. O professor deve incentivar perguntas dos ouvintes, criando um diálogo, para no final dirigir uma síntese sobre o que foi apresentado.
- **Relatório:** Um resumo sobre o tema apresentado, feito individualmente.

Para que os estudantes apresentem como ministrariam uma aula de Ciências por meio de conteúdos históricos, construímos um guia para servir como suporte na criação de aulas que envolvem esta temática, no qual foi baseado nos obstáculos destacados pelos professores Forato, Martins e Pietrocola (2009). Este guia pode ser observado no Apêndice E.

A avaliação do Seminário consiste nos seguintes critérios: “clareza e coerência na apresentação; domínio do conteúdo apresentado; participação do grupo durante a exposição; utilização de dinâmicas e/ou recursos audiovisuais na apresentação” (ANASTASIOU; ALVES, p. 97). Importante lembrar que a participação é avaliada tanto na apresentação do grupo quanto nos comentários feitos na apresentação de outros grupos.



## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALLCHIN, D. Pseudohistory and Pseudoscience. **Science & Education**. v. 13, p. 179-195, 2004.

ALFONSO-GOLDFARB, A. M. **O que é historiografia da ciência**, São Paulo: Brasiliense, 1994.

ANASTASIOU, L. D. G.; ALVES, L. P. **Processos de Ensino na Universidade**. UNIVILLE, 2003.

BRASIL. Ministério da Educação. **Plano Nacional do Livro Didático (PNLD)**. Guia Digital, 2018. Disponível em: <[Guia Digital do PNLD 2018 \(fnde.gov.br\)](http://fnde.gov.br)>. Acessado em: 28 de Janeiro de 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Plano Nacional do Livro Didático (PNLD)**. Guia Digital. Disponível em: <[Guia Digital - PNLD \(ufal.br\)](http://ufal.br)>. Acessado em: 13 de Fevereiro de 2023.

MAZUR, E. **Peer Instruction** - A Revolução da Aprendizagem Ativa. Editora Penso, 2015.

FORATO, Thaís C. M.; MARTINS, Roberto de A.; PIETROCOLA, Maurício. Prescrições historiográficas e saberes escolares: alguns desafios e riscos (Completo). In: VII ENPEC - **Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências**, Atas... 2009, Florianópolis.

MATTHEWS, M. R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

MELLADO, V.; CARRACEDO, D. Contribuciones de la filosofía de la ciencia a la didáctica de las ciencias. **Enseñanza de Las Ciencias**, v. 11, n. 3, p. 331-339, 1993.

# APÊNDICES

## Apêndice A – Guia de suporte para o primeiro momento da Aula 1

Prezado professor, esperamos que este guia sirva como suporte na elaboração da Aula Expositiva Dialogada sobre a História e Filosofia da Ciência. O objetivo é apresentar as posições filosóficas e historiográficas da Ciência para os estudantes e fazer com que saibam reconhecê-las e criticá-las em livros didáticos. A bibliografia que recomendamos está no Quadro 1 a seguir.

**Quadro 1.** Bibliografia do primeiro momento da Aula 1.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA
ALFONSO-GOLDFARB, A. M. <b>O que é historiografia da ciência</b> , São Paulo: Brasiliense, 1994.
MELLADO, V.; CARRACEDO, D. Contribuciones de la filosofía de la ciencia a la didáctica de las ciencias. <b>Enseñanza de Las Ciencias</b> , v. 11, n. 3, p. 331-339, 1993.
BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR
ABIMBOLA, I. O. The relevance of the “new” philosophy of science for the science curriculum. <b>School Science and Mathematics</b> , v. 83, n. 3, p. 181-193, 1983.
CHALMERS, A.F. <b>O que é ciência, afinal?</b> São Paulo, Brasiliense, 1993.
FORATO, T. C. M.; MARTINS, R. A.; PIETROCOLA, M. Prescrições historiográficas e saberes escolares: alguns desafios e riscos (Completo). In: VII ENPEC - <b>Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências</b> , Atas... 2009, Florianópolis.
KUHN, T. S. <b>A estrutura das revoluções científicas</b> . 5ª ed. São Paulo: Perspectiva, 1998.
MARTINS, R. A. Ciência versus historiografia: os diferentes níveis discursivos nas obras sobre história da ciência In ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; BELTRAN, M. H. R. (Eds.). <b>Escrevendo a História da Ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas</b> . São Paulo: EDUC/Livraria da Física/FAPESP, p. 115-145, 2005.

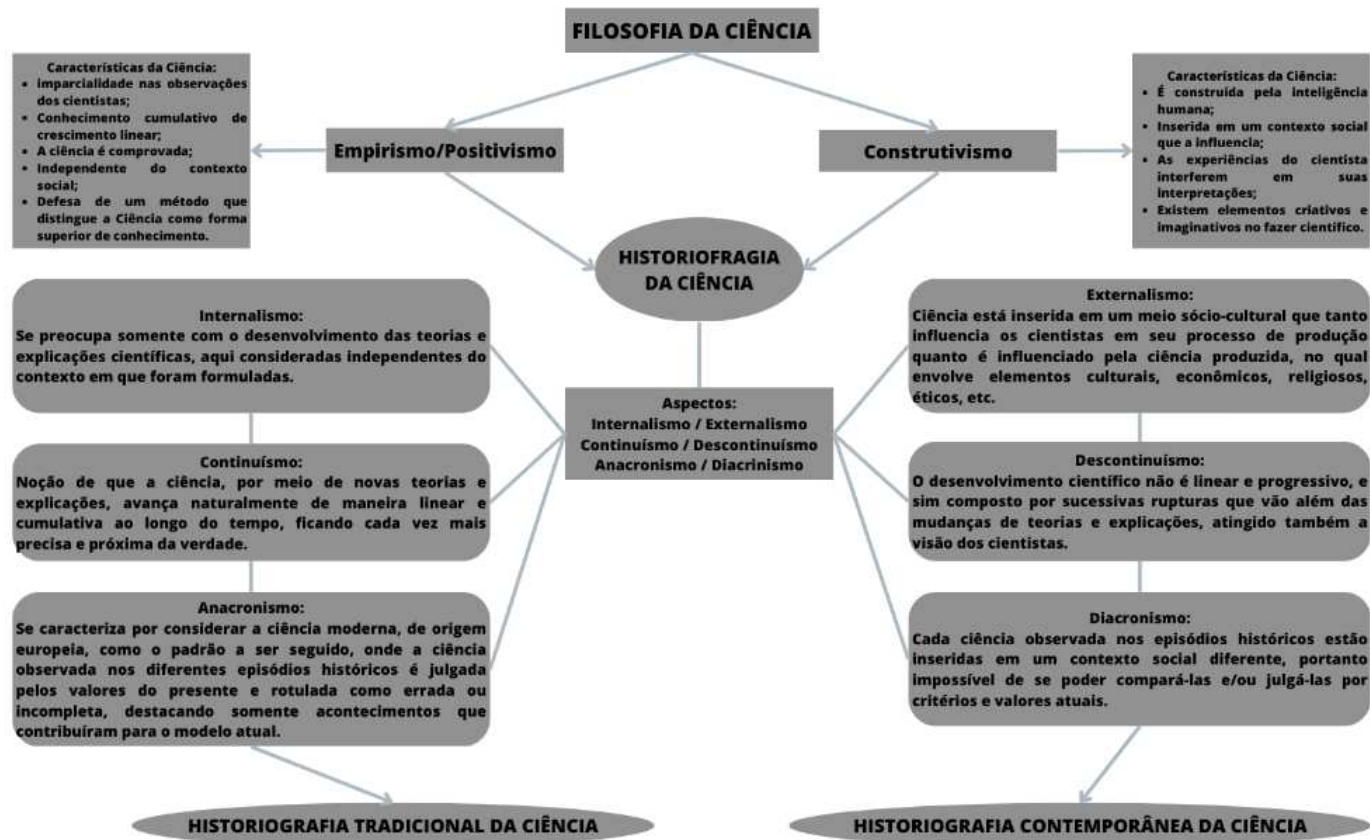
Fonte: Próprio autor (2023).

Durante a aula, sugerimos perguntas pertinentes a serem feitas aos estudantes, assim estimulando um diálogo frequente. As perguntas sugeridas são:

- Qual perspectiva da Filosofia da Ciência vocês acreditam mais?
- Qual perspectiva da Filosofia da Ciência vocês presenciaram mais em sala de aula?
- Existe uma relação entre as características atribuídas a Ciência em uma certa vertente filosófica e as historiografias da Ciência?
- Qual tipo de historiografia da ciência vocês presenciaram com mais frequência em livros didáticos?
- Vocês acham que o tipo de historiografia da ciência usada por um autor de livro didático pode influenciar no pensamento do leitor/estudante?

Salientamos que estas não são as únicas perguntas a serem questionadas e incentivamos que formule perguntas que considerar importante. Um fluxograma dos conteúdos pertinentes para esta aula pode ser observado na Figura 1 a seguir:

Figura 1. Fluxograma dos conteúdos pertinentes a serem abordados pelo professor na Aula Expositiva Dialogada do primeiro momento da Aula 1.



Fonte: O próprio autor (2023).

## AVALIAÇÃO DA AULA EXPOSITIVA DIALOGADA – PRIMEIRO MOMENTO DA AULA 1

### SÍNTESE ESCRITA

Descrição da atividade: O estudante deve elaborar uma síntese sobre os conteúdos apresentados na Aula Expositiva Dialogada, apresentando relações observadas entre os próprios conteúdos e a experiência do estudante em relação a educação, principalmente no manuseio de materiais e livros didáticos.

Nome do estudante:

Desempenho (%):

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Critérios de avaliação: Capacidade de organizar o conteúdo; Interpretação e relação entre as diferentes partes do conteúdo; Presença de crítica relacionada a experiência pessoal; e capacidade de resumir.

## Apêndice B – Guia de suporte para o segundo momento da Aula 1

### Texto 1: Biologia – A origem dos seres vivos.

## 1. Introdução

Será que a Terra sempre foi como nós a conhecemos hoje? Como se originaram os primeiros seres vivos e como teriam esses seres evoluído e gerado a imensa diversidade de formas vivas que habitam hoje o nosso planeta? Desde a Antiguidade, essas questões preocupam o ser humano, mas respondê-las não é simples, pois não é possível retroceder no tempo e ver como a vida se originou e evoluiu.

Entretanto, é possível pautar nossos conhecimentos em evidências geológicas, químicas, físicas e biológicas, observadas e baseadas em fatos, para tentar

propor hipóteses sobre a origem da vida. A Astrobiologia, uma área crescente dentro das ciências, investiga a origem, a evolução, a distribuição e o futuro da vida no Universo. É um campo de estudos interdisciplinar que, além das ciências já citadas, emprega ferramentas matemáticas e computacionais para tratamento dos dados e elaboração de modelos.

Neste capítulo, vamos ver como os cientistas, ao longo da história, interpretam evidências, no anseio de compreender a origem e a evolução dos seres vivos.

*Professor(a), estimule os estudantes a retomar o que já foi visto a respeito de metodologia científica, pois isso vai ajudá-los a acompanhar toda a unidade 2.*

## 2. A origem dos seres vivos

Em textos literários antigos, encontramos citações sobre a origem de sapos a partir da lama. Essa noção, de que os seres vivos surgem a partir da matéria inanimada (elementos não vivos), perdurou desde a Antiguidade até o século XIX e ficou conhecida como **teoria da geração espontânea** ou **abiogênese** (do grego: *a* = prefixo de negação; *bio* = vida; *gênesis* = origem).

Uma longa discussão entre diversos pesquisadores ocorreu nesse período, até que a **teoria da biogênese** fosse aceita. Segundo essa teoria, um ser vivo só surge de outro ser vivo preexistente.


Vamos abordar essa longa discussão de modo resumido, citando apenas alguns dos trabalhos e pesquisadores envolvidos. Sempre que se analisa uma longa discussão histórica, deve-se ter em mente que a ciência não evolui de forma linear e que são citados apenas alguns dos fatos que ocorreram na época. Em geral, os pesquisadores baseiam-se em uma série de observa-


ções da natureza, de avanços teóricos e conceituais da ciência, além do trabalho de outros pesquisadores. Assim, ao fazermos a síntese de uma história científica com mais de 2 mil anos de duração, tratando de apenas alguns experimentos e pesquisadores, não pretendemos que você tenha uma ideia equivocada do que ocorreu nesse período, pensando que somente essas pessoas estão envolvidas.

Aristóteles, um importante filósofo grego que viveu de 384 a.C. a 322 a.C. e cujas ideias influenciaram diversas áreas do conhecimento, estudou detalhadamente a anatomia e o processo de reprodução sexuada de vários animais, mas aceitava a geração espontânea para seres cujo processo de reprodução desconhecia.

De Aristóteles até o fim do século XIX vários estudos foram feitos, mas vamos citar apenas os realizados por Francesco Redi em 1668, John T. Needham em 1745, Lazzaro Spallanzani em 1770 e Pasteur em 1860.

### 2.1. Biogênese versus abiogênese

 **Despertando ideias**

**REGISTRE NO CADERNO** 

**“Bicho da goiaba, goiaba é!”**


Essa frase faz parte da cultura popular. Será que tem algum fundamento científico?

Suponha que você, ao comer uma goiaba que apresentava uma casca aparentemente intacta, encontre uma larva branca dentro do fruto. Esse é o bicho da goiaba.

Dê duas versões que expliquem a presença da larva dentro do fruto: uma de acordo com a ideia de geração espontânea e outra de acordo com a atual teoria da biogênese. Você pode recorrer a outras fontes de consulta para descobrir mais a respeito dos “bichos da goiaba”.

Proponha um experimento que possa testar suas explicações e descreva os possíveis resultados.

*Professor(a), veja nas Orientações didáticas os comentários e as respostas das questões dissertativas.*



**Figura 7.2.** Fotografia de goiaba com larva, popularmente chamada de “bicho da goiaba”. Comprimento máximo da larva: 12 mm.

## Os experimentos de Redi

Em 1668, Francesco Redi (1626-1697) investigou a suposta origem de vermes na carne em decomposição. Na época, o surgimento desses vermes era interpretado como fruto de geração espontânea. No entanto, Redi questionava essa interpretação, pois notava que moscas são atraídas pelos corpos em decomposição e neles colocam seus ovos. Desses ovos, surgem as larvas, que se transformam em moscas adultas. Como as larvas são vermiformes, os "vermes" que ocorrem nos corpos em decomposição nada mais seriam que larvas de moscas. Redi concluiu, então, que essas larvas não surgem espontaneamente a partir da decomposição da carne, mas são resultantes da eclosão dos ovos postos por moscas atraídas pelo corpo em decomposição.

Para testar sua hipótese, Redi realizou o seguinte experimento: colocou pedaços de carne crua dentro de frascos, deixando alguns cobertos com gaze e outros completamente abertos. De acordo com a teoria da

abiogênese, deveriam surgir vermes ou nascer moscas a partir da decomposição da própria carne tanto em frascos abertos quanto em frascos cobertos com gaze. Isso, entretanto, não aconteceu. Nos frascos mantidos abertos, Redi verificou ovos, larvas e moscas sobre a carne, mas nos frascos cobertos com gaze nenhuma dessas formas foi encontrada (Fig. 7.3).

Esse experimento apoiou a hipótese de Redi e mostrou que não havia geração espontânea de vermes em corpos em decomposição.

Entretanto, para outros casos, Redi aceitava a ideia de geração espontânea. Por exemplo, para ele essa ideia explicaria o surgimento de vermes parasitas do intestino humano.

Na época em que Redi realizou seus experimentos, o microscópio já havia sido inventado e microrganismos já haviam sido observados. Muita discussão também foi gerada sobre a origem dessas formas de vida, que na época eram chamadas de "animálculos" ou "infusórios" (e hoje chamamos de microrganismos).

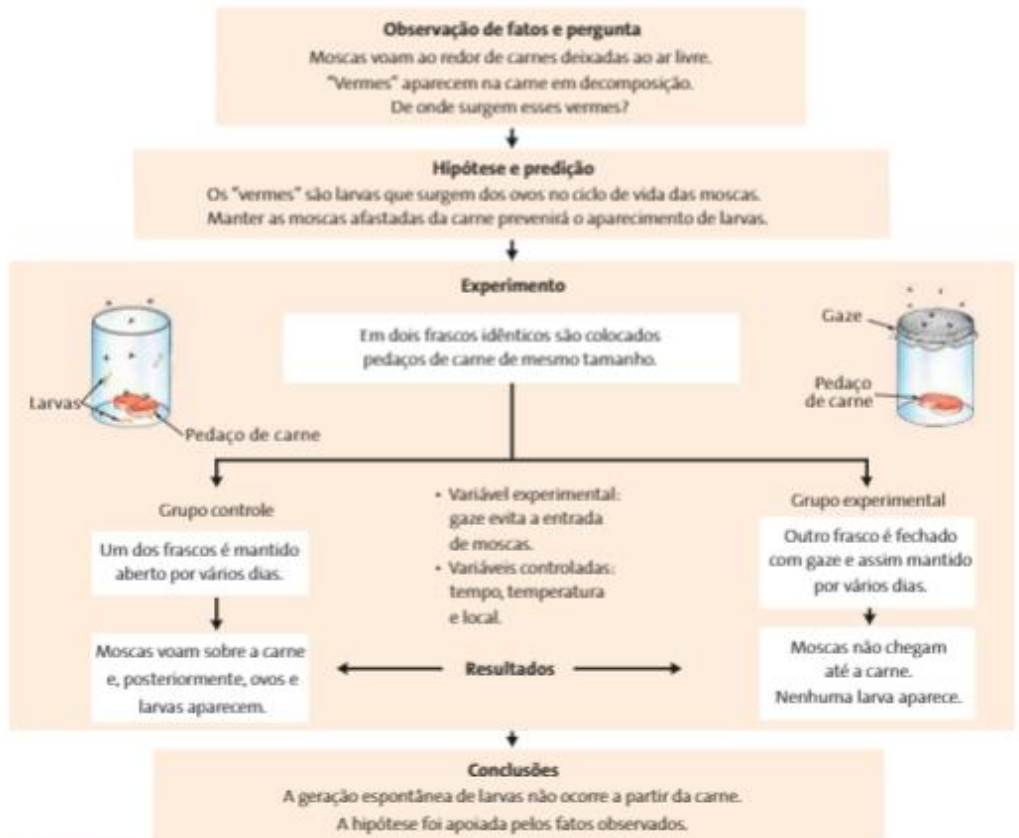


Figura 7.3. Esquema do questionamento, da hipótese, do experimento, dos resultados e das conclusões de Redi.

## Os experimentos de Needham e Spallanzani

John Turberville Needham (1713-1781) começou a desenvolver seu interesse pela natureza observando e descrevendo, com o auxílio dos microscópios, pequenos seres com movimentos, os quais eram na época chamados de animálculos. Ele desenvolveu uma série de experimentos que, segundo suas ideias, traziam evidências de que os animálculos eram gerados espontaneamente.

Em seu principal experimento, apresentado em 1748, Needham preparava um caldo de carne de carneiro e o distribuía, ainda quente, em diversos frascos, que eram fechados com rolhas e deixados em repouso por alguns dias. Desse modo, ele pretendia descobrir se as formas de vida eram produzidas a partir de algo de fora dos frascos ou a partir do próprio caldo nutritivo. Ao examinar essas soluções ao microscópio, Needham observava animálculos, o que o fazia concluir que eles tinham surgido espontaneamente dos caldos. Diante desses resultados, Needham interpretou que a solução nutritiva continha uma "força vital", responsável pelo surgimento das formas vivas.

O naturalista italiano Lazzaro Spallanzani (1729-1799) e alguns outros cientistas contestavam as interpretações de Needham. Eles consideravam que os seres microscópicos observados por Needham poderiam vir de ovos que estavam no ar, nas paredes dos frascos ou no próprio caldo. Spallanzani era adepto da teoria da biogênese.

Spallanzani repetiu os experimentos de Needham com algumas modificações e obteve resultados diferentes. Em seus experimentos, ele colocou substâncias nutritivas em balões de vidro, submeteu-os à fervura e em seguida fechou-os usando um maçarico, que derretia o próprio vidro do balão e o selava hermeticamente. Deixava resfriar por alguns dias e então abria os frascos e observava o líquido ao microscópio. Nenhum organismo estava presente.

Spallanzani defendeu seus resultados em uma publicação de 1765, explicando que Needham não havia fervido sua solução nutritiva por tempo suficiente para matar todos os animálculos existentes nela e, assim, esterilizá-la. Needham, em 1769, respondeu a essa crítica dizendo que, ao ferver por muito tempo as substâncias nutritivas, Spallanzani havia destruído a "força vital" e, fechando os frascos hermeticamente, tornava o ar desfavorável ao aparecimento da vida. Spallanzani fez outros experimentos para combater as críticas de Needham, mas a controvérsia entre eles, naquela época, não se resolveu.

Needham e Spallanzani eram experimentadores muito competentes, que utilizaram técnicas e meto-

dologias inovadoras para o período histórico em que viveram. Os dois fizeram diversos experimentos para testar suas ideias, mas nenhum deles abandonou suas hipóteses, mesmo após as análises de seus resultados.

Conhecer episódios históricos que se desenvolvem em torno de uma controvérsia científica é importante, pois nos permite perceber que, muitas vezes, as tomadas de decisão em favor de uma ou outra hipótese são influenciadas pela visão dos pesquisadores acerca da questão. Foi o que aconteceu no episódio com esses dois naturalistas.

Na época em que esses pesquisadores viveram, a corrente de pensamento mais aceita era o **vitalismo**. Os vitalistas propunham que, se os movimentos dos astros eram explicados por uma força invisível (ou essência), também deveria existir uma essência da vida ou força vital. A queda do vitalismo ocorreu devido ao fracasso de muitos experimentos destinados a verificar a existência de uma força vital unificadora. Entre esses experimentos destaca-se o de Pasteur, que comentaremos a seguir.

## Os experimentos de Pasteur

Por volta de 1860, Louis Pasteur (1822-1895) realizou experimentos com balões de vidro e infusões, aplicando a técnica de Spallanzani para esticar o pescoço do balão com o uso do fogo. No caso de Pasteur, o pescoço era curvo e mantido aberto, sendo chamado de pescoço de cisne (Fig. 7.4).



Figura 7.4. Parte de gravura que retrata Louis Pasteur em seu laboratório, examinando um balão com líquido esbranquiçado, que corresponde àquele em que houve crescimento de microrganismos, ficando contaminado, e outro com líquido transparente, que corresponde ao estéril.

Os experimentos de Pasteur estão descritos e esquematizados na **figura 7.5**. Analise-a antes de prosseguir com a leitura do texto.

No balão intacto, esses microrganismos não conseguem chegar até o líquido nutritivo e estéril, pois ficam retidos no filtro formado pelas gotículas de água surgidas no pescoço do balão durante o resfriamento. Já nos frascos em que o pescoço é quebrado, esse filtro deixa de existir, e os microrganismos presentes no ar podem entrar em contato com o líquido nutritivo,

onde se proliferam ao encontrar condições adequadas para seu desenvolvimento. Assim, o ar contém microrganismos que se desenvolvem no líquido nutritivo. Não há uma "força vital", como diziam os defensores da abiogênese.

Os experimentos realizados por Pasteur contribuíram para reforçar a hipótese da biogênese, que passou a ser mais aceita. Outros pesquisadores ainda continuaram a defender a teoria da geração espontânea por algum tempo, travando debates calorosos com Pasteur.

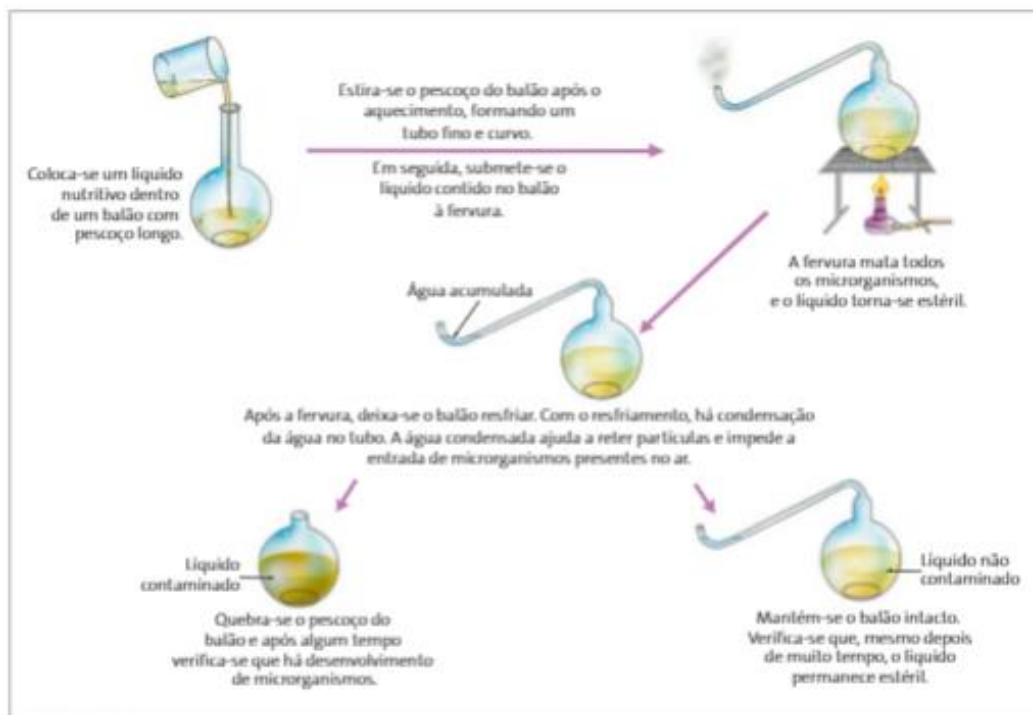


Figura 7.5. Esquema resumindo os experimentos conduzidos por Pasteur. (Elementos representados em diferentes escalas; cores fantasia.)

## Colocando em foco

### ALGUNS DOS FEITOS DE PASTEUR

Louis Pasteur fez contribuições muito importantes para a Microbiologia e a Medicina. Ele introduziu mudanças nas práticas hospitalares, minimizando a disseminação de doenças provocadas por microrganismos. Descobriu que a raiva (ou hidrofobia) era transmitida por um agente que não podia ser visto ao microscópio, revelando assim o mundo dos vírus. Desenvolveu técnicas para vacinar cachorros contra a raiva e tratar pessoas mordidas por cães contaminados. Pasteur desenvolveu ainda um processo conhecido como **pasteurização**, por meio do qual os alimentos ficam livres de microrganismos, que são destruídos pelo aquecimento a temperaturas não muito altas, seguido de resfriamento brusco, sem deteriorar os alimentos.

Fonte: Lopes e Rosso (2016, p. 146-149).

### Referência

LOPES, S.; ROSSO, S. Bio 1 (Manual do Professor). São Paulo: Editora Saraiva, 3 ed., 289 p., 2016.





# CARGAS ELÉTRICAS

## 1. INTRODUÇÃO



O relâmpago foi a primeira manifestação de eletricidade observada pelo ser humano. Envolto em medos e mistérios, demorou muito tempo para esse fenômeno natural começar a ser explicado. Na fotografia acima, chuva com raios na região central de Londrina-PR, Janeiro de 2015.

A história da eletricidade inicia-se no século VI a.C. com uma descoberta feita pelo matemático e filósofo grego **Tales de Mileto** (640-546 a.C.), um dos sete sábios da Grécia antiga. Ele observou que o atrito entre uma resina fósil (o âmbar) e um tecido ou pele de animal produzia na resina a propriedade de atrair pequenos pedaços de palha e pequenas penas de aves. Como em grego a palavra usada para designar âmbar é *ēlektron*, dela vieram as palavras **elētron** e **eletricidade**.



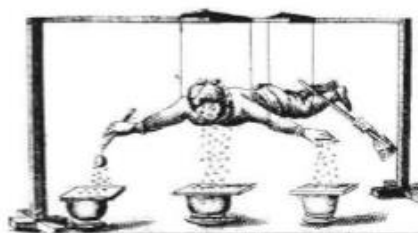
O âmbar é uma espécie de seiva vegetal petrificada, material fósil cujo nome em grego é *ēlektron*.

Por mais de vinte séculos, nada foi acrescentado à descoberta de Tales de Mileto. No final do século XVI, **William Gilbert** (1540-1603), médico da rainha Elizabeth I, da Inglaterra, repetiu a experiência com o âmbar e descobriu que é possível realizá-la com outros materiais. Nessa época, fervilhavam novas ideias, e o **método científico** criado por Galileu Galilei começava a ser utilizado. Gilbert realizou outros experimentos e publicou o livro *De magnete*, que trazia ainda um estudo sobre ímãs. Nele, Gilbert fazia clara distinção entre a atração exercida por materiais eletrizados por atrito

e a atração exercida por ímãs. Propunha também um modelo segundo o qual a Terra se comportava como um grande ímã. Hoje sabemos que as agulhas das bússolas se orientam na direção norte-sul por causa dos polos magnéticos do planeta.

Por volta de 1729, o inglês **Stephen Gray** (1666-1736) descobriu que a propriedade de atrair ou repelir podia ser transferida de um corpo para outro mediante contato. Até então, acreditava-se que somente por meio de atrito conseguia-se tal propriedade. Nessa época, **Charles François Du Fay** (1698-1739) realizou um experimento em que atraía uma fina folha de ouro com um bastão de vidro atritado. Porém, ao encostar o bastão na folha, esta era repelida. Du Fay sugeriu a existência de duas espécies de "eletricidade", que denominou eletricidade **vítrea** e eletricidade **resinosa**.

Em 1747, o político e cientista norte-americano **Benjamin Franklin** (1706-1790), inventor do para-raios, propôs uma teoria que considerava a carga elétrica um único fluido elétrico que podia ser transferido de um corpo para outro: o corpo que perdia esse fluido ficava com falta de carga elétrica (negativo), e o que recebia, com excesso de carga elétrica (positivo). Hoje sabemos que os elétrons é que são transferidos. Um corpo com "excesso" de elétrons está eletrizado negativamente e um corpo com "falta" de elétrons encontra-se eletrizado positivamente.



Reprodução de gravura do século XVIII que mostra um experimento de eletricidade estática realizado pelo físico Stephen Gray. O garoto suspenso por fios isolantes foi eletrizado, passando a atrair pequenos pedaços de papel.

Fonte: Docca, Biscuola e Bóas (2016b, p. 10)

### Referências

DOCCA, R. H.; BISCUOLA, G. J.; BÓAS, N. V. Física 3: Eletricidade e Física Moderna (Manual do Professor). São Paulo: Editora Saraiva, 3 ed., 289 p., 2016b.

## Texto 3: Química - Radioatividade

### O que é radioatividade?

Mesmo quem nunca se aprofundou nesse assunto, certamente, de alguma forma, já teve contato com o tema radioatividade. Quem, por exemplo, nunca ouviu falar do uso de radiações em exames e tratamentos médicos e/ou odontológicos? Ou na importância do uso de equipamentos de proteção pelos profissionais que manuseiam máquinas de radiografias ou lidam com materiais radioativos?

De modo simplificado, pode-se definir radioatividade como o fenômeno pelo qual os átomos de um elemento emitem "raios" que são invisíveis. Essa radiação pode ser constituída de partículas subatômicas (como prótons e nêutrons), de radiação eletromagnética ou de ambas.

### Viagem no tempo

#### A descoberta da radioatividade: um grande avanço da Ciência

No final do século XIX, a cientista polonesa Marie Skłodowska Curie (1867-1934) realizava pesquisas com o objetivo de esclarecer algumas dúvidas sobre um tipo de radiação emitido por compostos de urânio e que era capaz de impressionar chapas fotográficas.

Esses "raios" tinham sido descobertos ocasionalmente dois anos antes por Henri Becquerel (1852-1908), quando o cientista trabalhava com um composto de urânio – o sulfato de potássio e urânio.

Várias histórias de descobertas realizadas no final do século XVIII e início do século XIX estão bastante interligadas. Vamos recluir um pouco no tempo para examinar alguns fatos que envolveram essas descobertas.

Em 1895, o físico alemão Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923), ao fazer experimentos de descarga elétrica em ampolas de gases a baixa pressão, descobriu os raios X. Esse nome – raios X – foi atribuído por Röntgen à sua descoberta porque ele desconhecia a natureza dessas radiações. Em 1901, em decorrência dessa descoberta, ele se tornou o primeiro cientista a receber o Prêmio Nobel de Física, e os raios X rapidamente passaram a ser usados em radiografias para detectar fraturas ósseas.

Röntgen verificou experimentalmente que os raios X, quando atingem materiais fluorescentes, fazem com que eles emitissem luz. Já o que movia as pesquisas do francês Becquerel era descobrir se o contrário também seria possível, isto é, se uma substância fluorescente emitiria raios X. Partindo dessa hipótese, Becquerel colocou cristais de um material fluorescente (um composto de urânio) sobre uma chapa fotográfica recoberta com papel preto e expôs todo esse conjunto à luz solar. O papel preto foi usado para eliminar os efeitos das várias radiações que constituem a luz solar, pois, enquanto os raios X eram capazes de atravessar esse papel, o mesmo não ocorria com a luz solar. Se os raios solares provocassem fluorescência nos cristais, eles passariam a emitir raios X.

A hipótese de Becquerel aparentemente se confirmara, mas ele teria de repeti-la para validar seus resultados. O acaso, porém, contribuiu para que o conhecimento científico avançasse. Como o céu parisiense estava muito nublado naqueles dias, Becquerel viu-se obrigado a esperar por um dia ensolarado. Guardou então em local escuro o conjunto – os cristais de composto de urânio recobertos por papel escuro e as chapas fotográficas.

Quando ia retomar seus experimentos, teve uma enorme surpresa: apesar da ausência de exposição à luz solar, as chapas apresentavam muitas marcas. Com isso, ele concluiu que o composto de urânio deveria ser o responsável por essas emissões.

Seria o urânio o responsável por essa radioatividade?

Essa era a questão que Marie Curie tentava, então, esclarecer realizando pesquisas em um importante trabalho compartilhado com seu marido, Pierre Curie (1859-1906).

Material fluorescente: substância capaz de emitir luz após exposição a certos tipos de radiações, mesmo invisíveis, como os raios X e as radiações ultravioleta (UV) emitidas pelo Sol.

Para isso, extraía e purificava o urânio do minério pitchblenda, e acabou por descobrir, entre as impurezas, um novo elemento químico – o polônio –, que mais tarde se descobriu ser 400 vezes mais radioativo do que o urânio. Na sequência do mesmo tipo de trabalho, descobriu o elemento químico rádio (900 vezes mais radioativo do que o urânio).

A descoberta desses elementos atraiu o interesse da comunidade científica da época para a radioatividade. Além disso, acabou por confirmar que aquela era uma propriedade de determinados isótopos de alguns elementos.

Qual seria a razão de alguns isótopos de rádio, polônio e urânio terem facilidade em emitir essas radiações? Para responder a essa pergunta tinha de se admitir que o átomo era divisível, ao contrário do que pensavam os cientistas da época. Marie Curie ganhou o prêmio Nobel duas vezes:

em 1903, por descobertas no campo da radioatividade, quando dividiu o prêmio de Física com seu marido e com Becquerel, e em 1911, quando recebeu o prêmio Nobel de Química pela descoberta do polônio e do rádio.

Os cientistas de língua inglesa se valem de uma palavra que não tem equivalente em português – *serendipity* – para designar a capacidade de um pesquisador aproveitar uma observação casual e, a partir dela, realizar pesquisas que possam levá-lo a novas descobertas científicas. Em seu caderno liste os exemplos de *serendipity* mencionados no texto.



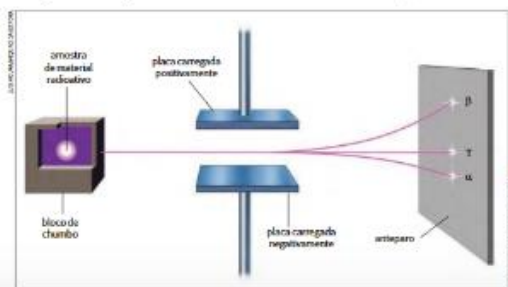
Selo da República Centro-Africana de 1977 em homenagem a Marie Skłodowska Curie e a seu marido, Pierre Curie.

Mais escrita neste livro

### Quais são as emissões naturais?

Qual é a essência das radiações emitidas naturalmente por materiais radioativos? Na tentativa de esclarecer essa questão, o físico Ernest Rutherford (1871-1937) realizou, em 1897, um experimento por meio do qual conseguiu separar as radiações emitidas, determinando a natureza dessas emissões.

Utilizando uma amostra de material radioativo (polônio) envolto por um bloco de chumbo, Rutherford fez com que um feixe dessas radiações passasse entre duas placas carregadas com cargas de sinais contrários e colidisse com um anteparo fluorescente.



Radiação produzida por este conteúdo. Como também átomos e moléculas não têm uma escala (as partículas representadas não podem ser observadas diretamente, mas com instrumentos).

Representação do experimento de Rutherford mostrando a separação das radiações emitidas por um material radioativo.

Fonte: CHANE, R. Chemistry 3rd ed. Singapore: McGraw-Hill, 1994, p. 38.

Fonte: Novais e Antunes (2016, p. 14-15).

## Referência

NOVAIS, V. L. D.; ANTUNES, M. T. Vivá: Química 3 (Manual do Professor). Curitiba: Editora Positivo, 1 ed., 289 p., 2016.

## Texto Extra: A Física no desenvolvimento científico e tecnológico.

### A Física no desenvolvimento científico e tecnológico

Leia a seguir um texto dos físicos Raymond Serway e John Jewett sobre a relevância da Física no desenvolvimento científico e tecnológico.

Física, a ciência física mais fundamental, lida com os princípios básicos do universo. Ela é a fundação sobre a qual estão baseadas as outras ciências – Astronomia, Biologia, Química e Geologia. A beleza da Física está na simplicidade de suas teorias fundamentais e na maneira em que um número pequeno de conceitos, equações e suposições básicas podem alterar e expandir nossa visão do mundo ao nosso redor.

A *Física Clássica*, desenvolvida antes de 1900, inclui as teorias, os conceitos, as leis e as experiências em Mecânica Clássica, Termodinâmica e Eletromagnetismo. Por exemplo, Galileu Galilei (1564-1642) fez contribuições significativas para a Mecânica Clássica por meio de seu trabalho sobre as leis do movimento com aceleração constante. Na mesma época, Johannes Kepler (1571-1630) usou observações astronômicas para desenvolver leis empíricas para os movimentos dos corpos planetários.

Contudo, as contribuições mais importantes para a Mecânica Clássica foram fornecidas por Isaac Newton (1642-1727), que desenvolveu a Mecânica Clássica como uma teoria sistemática e foi um dos criadores do cálculo como uma ferramenta matemática. Embora tenham continuado no século XVIII desenvolvimentos importantes na Física Clássica, a Termodinâmica e o Eletromagnetismo não foram desenvolvidos até a parte final do século XIX, principalmente porque os aparelhos para as experiências controladas eram ou muito rudes ou então não estavam disponíveis até essa época. Embora muitos fenômenos elétricos e magnéticos tenham sido estudados mais cedo, o trabalho de James Clerk Maxwell (1831-1879) forneceu uma teoria unificada para o Eletromagnetismo. [...]

[...] Uma revolução maior na Física, chamada usualmente de *Física Moderna*, começou próximo ao final do século XIX. A Física Moderna desenvolveu-se principalmente porque muitos fenômenos físicos não podiam ser explicados pela Física Clássica. Os dois desenvolvimentos mais importantes na era moderna foram a Teoria da Relatividade e a Mecânica Quântica. A Teoria da Relatividade de Einstein revolucionou completamente os conceitos tradicionais de espaço, tempo e energia. A teoria de Einstein descreve corretamente o movimento de corpos movendo-se com velocidades comparáveis à velocidade da luz. A Teoria da Relatividade também mostra que a velocidade da luz é um limite superior da velocidade de um corpo e que a massa e a energia estão relacionadas. A Mecânica Quântica foi formulada por inúmeros cientistas ilustres para fornecer descrições dos fenômenos físicos em nível atômico.

Os cientistas trabalham continuamente para melhorar nossa compreensão das leis fundamentais, e novas descobertas são feitas todo dia. Em muitas áreas de pesquisa existe uma grande sobreposição entre Física, Química e Biologia. Evidência para esta sobreposição é constatada nos nomes de algumas subespecialidades na ciência – biofísica, bioquímica, físico-química, biotecnologia, e assim por diante. Inúmeros avanços tecnológicos em épocas recentes são o resultado de esforços de muitos cientistas, engenheiros e técnicos. Alguns dos desenvolvimentos mais notáveis na segunda metade do século XX são: (1) missões espaciais para a Lua e outros planetas, (2) microcircuitos e computadores de alta velocidade, (3) técnicas de imagem sofisticadas utilizadas na pesquisa científica e na medicina, e (4) várias realizações notáveis em engenharia genética. O impacto destes desenvolvimentos e descobertas na nossa sociedade tem sido de fato grande, e descobertas e desenvolvimentos futuros serão muito provavelmente emocionantes, desafiadores, e de grande benefício para a humanidade [...].

SERWAY, Raymond A.; JEWETT JR., John W. *Princípios de Física* (v. 1 – Mecânica Clássica). Tradução de André Kock Torres Assis. São Paulo: Thomson, 2004.

Fonte: Docca, Biscuola e Bóas (2016a, p. 12)

### Referência

DOCCA, R. H.; BISCUOLA, G. J.; BÓAS, N. V. Física 1: Mecânica (Manual do Professor). São Paulo: Editora Saraiva, 3 ed., 289 p., 2016a.



## Apêndice C – Guia de suporte para o primeiro momento da Aula 2

Prezado professor, esperamos que este guia sirva como suporte na elaboração da Aula Expositiva Dialogada sobre Natureza da Ciência. O objetivo é apresentar as concepções deformadas da Ciência e uma noção básica sobre Natureza da Ciência, para que saibam reconhecer aspectos das Ciências de diferentes episódios históricos. A bibliografia que recomendamos está no Quadro 1 a seguir.

**Quadro 1.** Bibliografia do primeiro momento da Aula 2.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA
GIL-PÉREZ, D; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada no ensino de ciências. <b>Ciência &amp; Educação</b> , Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.
MOURA, B. A. O que é natureza da ciência e qual a sua relação com a história e filosofia da ciência. <b>Revista Brasileira de História da Ciência</b> . Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 32-40, 2014.
DRIVER, R.; LEACH, J.; MILLAR, R.; SCOTT, P. <b>Young people's images of science</b> . Buckingham: Open University Press, 1996.
BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR
CHALMERS, A.F. <b>O que é ciência, afinal?</b> São Paulo, Brasiliense, 1993.
MC-COMAS, W. F. (Ed.). <b>The nature of science in science education: rationales and strategies</b> . Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1998.
FORATO, T. C. M.; MARTINS, R. A.; PIETROCOLA, M. Prescrições historiográficas e saberes escolares: alguns desafios e riscos (Completo). In: VII ENPEC - <b>Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências</b> , Atas... 2009, Florianópolis.

Fonte: Próprio autor (2023).

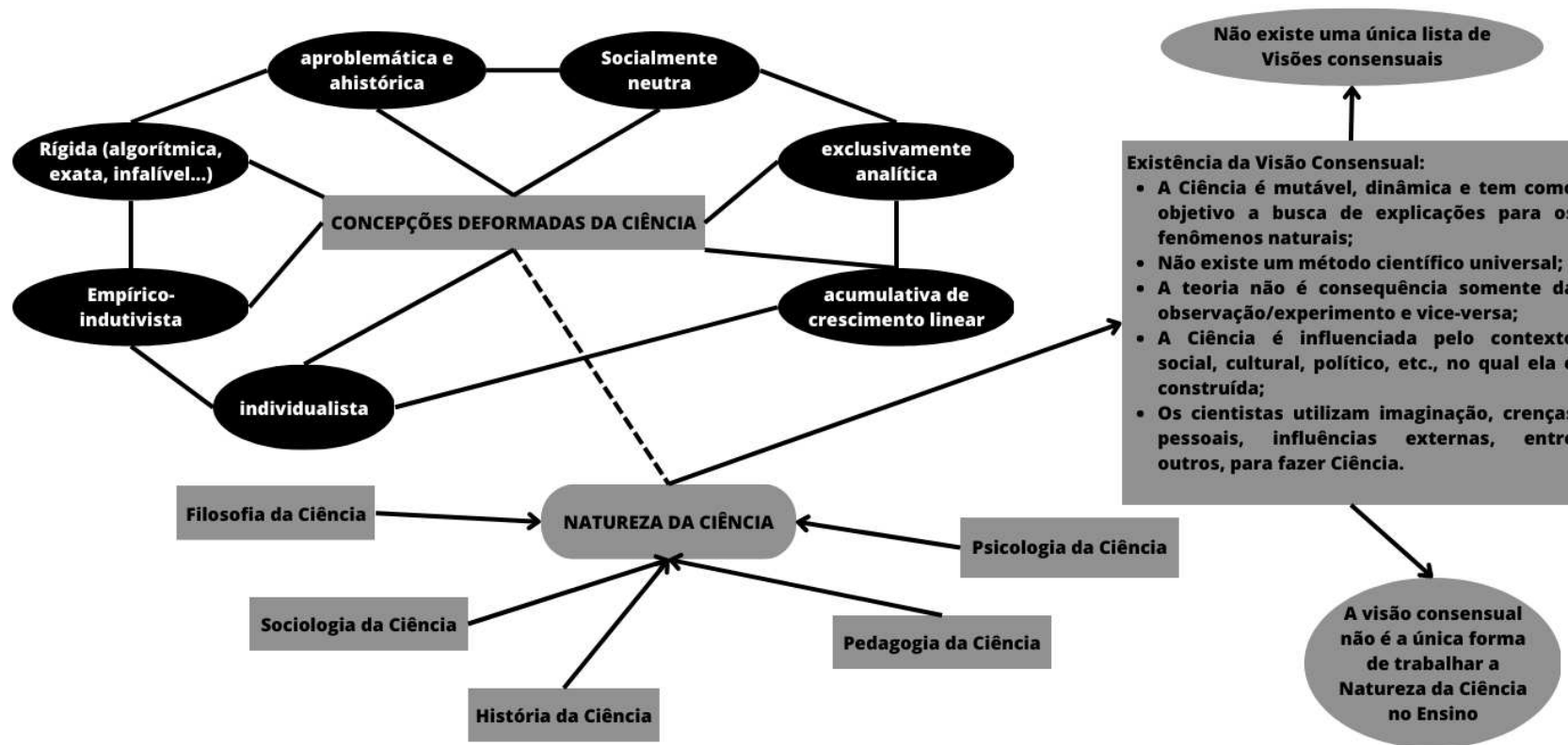
Durante a aula, sugerimos perguntas pertinentes a serem feitas aos estudantes, assim estimulando um diálogo frequente. As perguntas sugeridas são:

- Vocês se identificam com alguma visão deformada da Ciência?
- Vocês consideram que estas visões são deformadas? Por que?
- Existe uma relação entre as visões deformadas da Ciência com uma certa vertente filosófica e/ou historiográfica da Ciência estudada?
- Vocês conhecem colegas ou materiais didáticos que possuem visões deformadas da Ciência?
- Vocês concordam com os aspectos tidos como consensuais da Natureza da Ciência? Por que?

- É possível observar alguma relação entre os aspectos da Natureza da Ciência e outras áreas, como a História da Ciência, Filosofia da Ciência, etc?

Salientamos que estas não são as únicas perguntas a serem questionadas. Recomendamos que formule perguntas que considerar importante. Um fluxograma dos conteúdos pertinentes para esta aula pode ser observado na Figura 1 a seguir:

Figura 1. Fluxograma dos conteúdos pertinentes a serem abordados pelo professor na Aula Expositiva Dialogada do primeiro momento da Aula 2.



Fonte: O próprio autor, baseado em Gil-Pérez e colaboradores (2001) e Moura (2014).

## AVALIAÇÃO DA AULA EXPOSITIVA DIALOGADA – PRIMEIRO MOMENTO DA AULA 2

### MAPA CONCEITUAL

Descrição da atividade: O estudante deve elaborar um Mapa Conceitual sobre os conteúdos apresentados na Aula Expositiva Dialogada, apresentando relações observadas entre os próprios conteúdos e a História e Filosofia da Ciência abordada na aula anterior.

Nome do estudante:

Desempenho (%):

Critérios de avaliação: conceitos claros; relação justificada; riqueza de ideias; criatividade na organização e representatividade do conteúdo trabalhado.



## **Apêndice D – Guia de suporte para o segundo momento da Aula 2**

Texto: A REVOLUÇÃO NO MODO DE PENSAR E OS PRIMEIROS FÍSICOS

Italo Zanatelli Costa Lima

É de conhecimento geral que a filosofia foi uma forma de pensamento criada pelos gregos por volta do século VI antes da era cristã. Contudo, esta nova forma de pensar não foi fruto de pura genialidade dos habitantes da antiga Grécia (REALE, 2004; MARCONDES, 1997; SAGAN, 1980). Se não foi algo espontâneo, por que então surgiu na Grécia?

Reale (2004) aponta que para analisar e compreender esta questão, é preciso focar em três atributos que compõe uma sociedade, sendo elas: a arte, a religião e as condições sócio-políticas e econômicas.

Na arte podemos citar a principal fonte responsável pela educação e formação dos cidadãos gregos daquela época: os poemas homéricos. Estes poemas que descrevem acontecimentos míticos envolvendo os deuses e heróis gregos possuem três características. Reale (2004) aponta estas características:

- A noção de harmonia, proporção, do limite e da medida. Homero introduziu em suas histórias a ideia do “nem exagerado e nem escasso”, ou seja, a medida certa das coisas como sendo o melhor e mais harmonioso.
- Os poemas não somente narram um acontecimento, mas explicam também sua causa. Homero, mesmo atribuindo as razões dos acontecimentos aos deuses ou outras figuras fantásticas, buscava justificar o ocorrido. Pode-se supor que ele semeou a ideia do princípio da causalidade, uma característica fundamental do pensamento filosófico-científico.
- Homero buscou representar a realidade em sua inteireza. Não se ocupou, por falar de criaturas divinas, em citar nas suas histórias somente a paz, o bem e a alegria, mas também a guerra, o mal e a dor, pois estas somadas faziam parte da realidade que observava. Importante notar a necessidade de querer descrever o mundo natural como ele é, mesmo em nível mítico.

Para destrincharmos a religião e as condições sócio-políticas e econômicas, temos que entender o longo período de transição e transformação ocorrido na Grécia entre os séculos XII e VI a.C. De acordo com Marcondes (1997), este período foi marcado pela decadência da civilização micênica-cretense na Grécia, caracterizada por uma monarquia divina, com o poder

político hereditário, uma aristocracia militar, classe religiosa dominante e economia agrária. Com as invasões das tribos dóricas neste período, foram construídas as cidade-estado cujo poder político havia maior participação dos cidadãos, a influência religiosa foi reduzida e a economia passou a ser constituída de atividades comerciais e mercantis.

A religião grega não tinha uma classe sacerdotal dotada de poder ou um tipo de livro sagrado com regras a serem seguidas, qualidades que auxiliaram na liberdade para novos tipos de pensamento (MARCONDES, 1997; REALE, 2004). Reale (2004) sinaliza que podemos diferenciar a religião grega em religião pública e religião dos mistérios. A religião pública, a mais conhecida, é aquela que atribuía cada fenômeno natural ou humano a vontade ou poder dos deuses. Por exemplo, os raios eram causados por Zeus e as guerras eram justificadas por desavenças entre esses seres mitológicos. Os deuses da religião pública eram forças naturais e aspectos humanos personificados em formas humanas idealizadas. Para o povo grego, aproximar do divino não significava superar os sentimentos e as emoções humanas, mas sim ser você mesmo.

Já a religião dos mistérios, para aqueles que não se contentavam com a religião pública e sua crença de que o homem deixa de existir após a morte, trouxe uma concepção diferente para a realidade. O Orfismo, religião dos mistérios responsável por influenciar a filosofia grega, acreditava em almas possuidoras de culpa originária e sua possível “purificação” por meio de ritos e práticas, depois de passarem por sucessivas reencarnações. É perceptível que elementos desta crença estão presentes em boa parte das teorias que os filósofos gregos (como Pitágoras, Heráclito, Empédocles, Anaximandro e outros), criaram para descrever a realidade.

Por último, temos as condições sócio-políticas e econômicas da antiga Grécia. Marcondes (1997) aponta que no período entre os séculos XII e VI antes da era cristã, a classe religiosa perdeu influência significativa para uma nova ordem política e econômica. Este novo grupo estava mais focado no mundo material. A política agora necessitava de um discurso aprimorado para se debater com pessoas que possuíam pontos de vista diferentes; e a economia estava baseada, na sua maioria, em trocas comerciais com outros povos, principalmente nas colônias gregas.

Sagan (1980) revela que estas colônias, com ênfase em Mileto e Éfeso, por estarem longe da pátria-mãe, não tiveram qualquer resistência a sua nova política, agora nas mãos dos negociantes que estavam livres para o aprimoramento das tecnologias que necessitavam. Marcondes (1997) afirma que estava presente, em seus territórios, importantes portos que comercializavam com diferentes civilizações, como a Mesopotâmia, Pérsia e talvez até a Índia

e China. Isso fazia com que houvesse o convívio entre várias culturas, comparando seus costumes, crenças, ideias e tradições. O choque cultural decorrente disso, proporcionou entre os gregos uma relativização dos mitos. Sagan (1980) diz:

O que fazer quando nos deparamos com vários deuses diferentes, cada qual clamando pelo mesmo território? O babilônio Marduk e o grego Zeus eram considerados senhor do céu e rei dos deuses. Teremos que decidir se Marduk e Zeus eram realmente o mesmo. Teremos também que decidir, já que possuem atributos bem diferentes, se um dos dois foi meramente inventado pelos sacerdotes. Mas se um o foi, por que não ambos? (SAGAN, 1980, p. 187)

A resposta veio dos próprios gregos, e acredita-se que o primeiro a proporcionar foi Tales, tido como o primeiro filósofo, com a criação de uma nova forma de pensamento que busca explicações para os fenômenos naturais na própria natureza, sem recorrer a intervenções divinas ou míticas. Tal pensamento é denominado filosófico-científico.

Marcondes (1997) aponta a existência de propriedades presentes nesta nova forma de pensar, estas que “constituem o ponto de partida de uma visão de mundo que, apesar das profundas transformações ocorridas, permanece parte de nossa maneira de compreender a realidade ainda hoje” (MARCONDES, 1997). A primeira que podemos citar é a *physis*, cujo termo grego significa natureza. Ela se relaciona a ideia de que os primeiros filósofos fizeram do mundo natural, ou a natureza, seu objeto de estudo. O que foi um forte rompimento ao pensamento mítico, que procurava compreender o mundo por meio de explicações que não podíamos compreender de fato, se tornando paradoxal.

A segunda propriedade é o cosmo. Para o grego antigo, *kosmos* significa a harmonia das formas (noção já presenciada nos poemas homéricos), E nada mais é que a realidade ordenada por certos princípios racionais que se contrapõe ao mundo caótico (pensamento que consiste na ideia de que os fenômenos naturais são causados pela vontade e temperamento dos deuses). O cosmo apoia-se na ideia de um mundo organizado e regido por leis próprias, sendo estas possíveis de se ter conhecimento por meio da razão humana.

Estas leis próprias podem ser entendidas ao analisar o chamado princípio da causalidade, considerada outra propriedade do pensamento filosófico-científico. A causalidade se refere a buscar uma causa para algo que acontece na natureza. Nada acontece “de repente” sem uma justificativa. Mas cabe destacar uma diferença em relação aos mitos, pois estes também apontam causas para os fenômenos (característica presente nos poemas homéricos). A diferença consiste em que os primeiros filósofos buscam uma causa na própria natureza, e não recorre a elementos fantásticos para justificar os acontecimentos.

Seguindo a causalidade, sempre é possível “voltar um passo atrás”, e achar uma causa

da causa, causa da causa da causa e assim infinitamente. Para quebrar essa cadeia infinita, os primeiros filósofos criaram o conceito de arché (princípio): existe uma única coisa na qual todas as coisas começam e terminam; há um único princípio que dele deriva todas as outras coisas.

Para melhor descrever e fundamentar estas leis que seguiam o princípio da causalidade, os primeiros filósofos utilizaram outra propriedade presente no pensamento filosófico-científico: o logos. Logos significa literalmente discurso, mas não um discurso qualquer, ele equivale ao discurso racional e argumentativo. Explicações em que as razões são bem fundamentadas. O uso da boa oratória já era uma habilidade dominada pelos gregos, que a utilizavam no debate político.

Do logos surge uma das propriedades mais importantes: o caráter crítico. Principalmente na escola jônica, que veremos mais adiante. Esta propriedade está presente na ideia de que cada explicação da realidade não era definitiva, mas sim possível de mudanças, e mais, era estimulado que os discípulos procurassem ser melhores que os seus mestres, que refizessem as teorias, melhorando-as. O debate, o questionamento e novas hipóteses eram estimuladas, desde que fossem bem fundamentadas. Sobre esta propriedade, Popper (1974) comenta:

A dúvida e a crítica existiram certamente antes disso (pensamento filosófico-científico). O que é novo, porém, é que a dúvida e a crítica tornam-se agora, por sua vez, parte da tradição da escola (de Mileto). Uma tradição de caráter superior substitui a preservação tradicional do dogma. Em lugar da teoria tradicional, do mito, encontramos a tradição das teorias que criticam, que, em si mesmas, de início, pouco mais são do que mitos. É apenas no decorrer dessa discussão crítica que a observação é adotada como uma testemunha. (POPPER, Karl apud MARCONDES, Danilo. 1997, p. 27)

Temos então que estas seis propriedades (physis, cosmo, causalidade, arché, logos e caráter crítico), de acordo com Marcondes (1997), são consideradas as noções fundamentais do pensamento filosófico-científico, estas que serviram de base para a tradição científica presente em nossa cultura atual. Tales, de Mileto (uma das colônias gregas), foi considerado o iniciador desta nova forma de pensamento e o primeiro cientista jônico. As informações que sabemos dele foram obtidos por tradição oral indireta (doxografia). De acordo com Sagan (1980), ele viajou ao Egito e aprendeu sobre a cultura babilônica, no qual teve forte influência na formulação de sua teoria para descrever o mundo. Com seu conhecimento, conseguiu prever um eclipse solar, medir a altura de uma pirâmide por meio de sua sombra e até mesmo provar teoremas geométricos, estes que Euclides codificou séculos depois em seu livro Elementos de Geometria.

Como os babilônicos, Tales também acreditava que, no começo, o mundo todo era água, mas sua teoria retirou toda figura mítica presente nesta crença. Sagan (1980) afirma que no lugar dos seres fantásticos, Tales relacionou o surgimento da terra com o processo de obstrução que ele mesmo observou acontecer no delta do rio Nilo. A terra surgiu então, também por meio de processos naturais. Para ele, a água é o princípio (arché) de todas as coisas, aquilo que dá origem, se mantém e conclui tudo que existe. Mas o elemento água de sua teoria não é a mesma presente em nossa vida, que usamos para beber, lavar e nadar. Esta é somente uma das suas manifestações. “Ele (Tales) pensava realmente que a água era um princípio comum subjacente a toda matéria, assim como hoje em dia dizemos o mesmo de elétrons, prótons e nêutrons, ou dos quarks” (SAGAN, 1980).

Contudo, por que a água? Reale (2004) afirma que a tradição indireta responde esta pergunta, ao dizer que Tales, por meio da sua observação, percebeu que onde tem água, tem vida; que da água se deriva a umidade presente na nutrição de todas as coisas e a secura (ausência de água) representa a morte. Portanto a água é responsável pela origem, aquela em que tudo se mantém e dela tudo termina. Hoje sabemos que a teoria aceita não é essa, mas a questão é analisar seu admirável empenho em justificar os fenômenos naturais com elementos do próprio mundo natural, por meio de argumentos fundamentados na sua observação da natureza. Anaximandro, também de Mileto, era amigo de Tales, e provavelmente seu discípulo.

Dele, temos não só a doxografia, mas também seus fragmentos que são estudados até hoje. Sagan (1980) aponta que ele foi um dos primeiros a fazer experimentos. Por meio da sombra projetada por uma vareta fincada no chão, conseguiu determinar com precisão a duração do ano e das estações, sendo o primeiro da Grécia a construir um relógio de sol. Também construiu um mapa do mundo conhecido e um globo celeste representando as constelações.

Ao analisar que os bebês são criaturas vulneráveis, se comparado aos filhotes de outros animais, e provavelmente morreriam se fossem abandonados na natureza, ele teve a incrível percepção de que os humanos existem graças a evolução de outros animais, conceito esse retomado somente no século XIX d.C. (cerca de 2.500 anos depois). Reale (2004) afirma que, diferente de Tales, Anaximandro acreditava que a água não era o princípio de todas as coisas, mas ela é somente um dos elementos derivados de alguma coisa anterior. Essa coisa ele chamou de ápeiron, termo grego que significa algo desprovido de limites, tanto externamente (quantitativo) quanto internamente (qualitativo). Por ter a natureza e forma infinita, dele pode se delimitar e originar tudo que existe. Para ele este princípio sempre existiu, e dele vários mundos, incluindo o nosso, nascem, se mantém e morrem.

Outra característica da teoria de Anaximandro, diferente de seu mestre, é a tentativa de justificar o motivo deste (ápeiron) ser o princípio e como, a partir dele, se deriva todas as coisas. Anaximandro propõe que o princípio é dotado de um movimento eterno, este que proporciona a separação de pares opostos (como o calor e frio, seco e úmido, claro e escuro, etc) e “que a causa da origem das coisas é uma espécie de “injustiça”, enquanto a causa da corrupção e da morte é uma espécie de “expição” de tal injustiça” (REALE, 2004). A injustiça advém da predominância que estes contrários tendem a ter um sobre o outro. Por exemplo, se houve predominância do calor durante o verão (ou seja, excesso de um dos pares contrários), esta é uma injustiça cometida, na qual será compensada pela predominância do frio no inverno (outra injustiça). Importante notar a abominação pelo exagerado ou o escasso e a valorização da medida certa e harmonia das coisas, noção apresentada por Homero em seus poemas.

Reale (2004) ainda salienta o que muitos estudiosos também perceberam: esta concepção de que da injustiça (predominância de um contrário sobre o outro) se forma tudo que existe e a morte das coisas significa que os opostos estão equilibrados de forma harmoniosa, voltando ao que era antes, nos remete às crenças do Orfismo, com a alma humana possuidora de uma culpa originária (injustiça) e a sua possível expiação (justiça). Interessante observar como esse grande pensador, mesmo com o propósito de explicar os fenômenos naturais sem recorrer aos mitos, usou de, provavelmente, suas crenças religiosas para isso. Anaxímenes de Mileto, provavelmente discípulo de Anaximandro, continuou com a tradição da escola milesiana. Reale (2004) sustenta que, com o objetivo de superar seu antecessor, Anaxímenes criou sua própria teoria de como funcionava o mundo natural, o fazendo de maneira mais lógica e racional. Para ele, o princípio também é algo infinito, mas este, não seria indeterminado. O princípio é o ar infinito dotado de um constante movimento, contudo, diferente do apeirón de Anaximandro, o seu movimento é perceptível.

Podemos tentar descobrir o motivo do ar ser considerado o princípio (arché), analisando seu fragmento: “Como nossa alma, que é ar, nos governa e sustém, assim também o sopro e o ar abraçam todo o cosmos” (ANAXÍMENES apud BORNHEIM, 1998, p.28). É possível que teve influência na observação de que o ar é necessário para a respiração e com isso nos garante a vida, então do ar também se originou todas as coisas; ou até mesmo há a possibilidade, de acordo com Reale (2004), que a escolha do ar se vem da facilidade de descrever como as coisas surgem a partir dela. Anaxímenes dá mais um passo adiante em explicar como as coisas se originam sem recorrer ao orfismo, diferente de Anaximandro. Reale (2004) aponta que, para Anaxímenes, as coisas surgem pelas transformações ocorridas no ar, estas que acontecem devido ao calor ou frio proporcionados pelo seu constante movimento. O ar pode se aquecer e dilatar, se tornando fogo,

ou pode também esfriar e sofrer o processo de condensação, se tornando água, e mais ainda, se tornando terra.

Esta ideia foi então a mais lógica e possuidora de fatores naturais, se comparado aos seus antecessores. É admirável perceber a evolução das teorias dos primeiros físicos, promovida, principalmente, pela nova tradição do questionamento e da crítica.

### **Referências**

MARCONDES, D. **Iniciação a História da Filosofia**. 13. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1997.

REALE, G.; ANTISERI, D. **História da Filosofia**. 3. ed. São Paulo: Paulus, 2007.

SAGAN, C. **Cosmos**. 1. ed. Rio de Janeiro: Gradiva, 1991.

## GUIA PARA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PEER INSTRUCTION

Para a avaliação deste estudo de texto, será aplicada a metodologia ativa *Peer Instruction* (Instrução por Pares), desenvolvida pelo professor de Física Eric Mazur (2015). Na criação de sua metodologia, Mazur (2015) percebeu que os estudantes podem aprender ao discutirem e argumentarem entre si, pois, por estarem imersos na aprendizagem dos conceitos propostos pelo professor, conseguem entender com maior facilidade as dificuldades de seus colegas. Com isso, essa metodologia envolve a interpretação crítica, articulação das ideias e o convencimento por meio de bons argumentos.

Para estimular a discussão, o professor expõe questões fechadas sobre o tema trabalhado anteriormente. Após colher as respostas dos estudantes, é feita uma análise:

- Se apenas 30% ou menos apresentaram uma resposta satisfatória, o professor deve retomar o material dado e apresentar a questão novamente;
- Se a porcentagem de respostas satisfatórias foi de 30% a 70%, o professor indica um tempo para que os alunos defendam seus pontos de vista e discutam entre si. Após este tempo, é apresentado a questão novamente;
- Se a porcentagem de respostas satisfatória foi mais de 70%, o professor discute sobre o conceito proposto, escuta a justificativa dos estudantes, revela os motivos de certa resposta ser satisfatória e parte para a próxima questão

Para um levantamento rápido das respostas dos estudantes, indicamos o uso do aplicativo de interatividade *Plickers*. Este aplicativo permite que o professor construa um questionário, composto por perguntas fechadas, e colete as respostas dos estudantes, por meio da leitura de QR Code.

Para poder baixar o aplicativo, o professor deve acessar a *Play Store* pelo celular, ou entrar no site do aplicativo: [www.plickers.com](http://www.plickers.com). No site, o professor deve criar uma conta para que seus questionários e turmas fiquem salvos.

No mesmo site, o professor vai cadastrar sua turma, na qual pode ser feita pela vinculação do *plickers* com o Google Classroom, se desejar. Após cadastro, o site vai gerar os cards de QR Code, contendo um número correspondente a cada estudante da turma. Um exemplo de turma criada por mim, apresentada pelo aplicativo *Plickers* se encontra na Figura 1 abaixo.



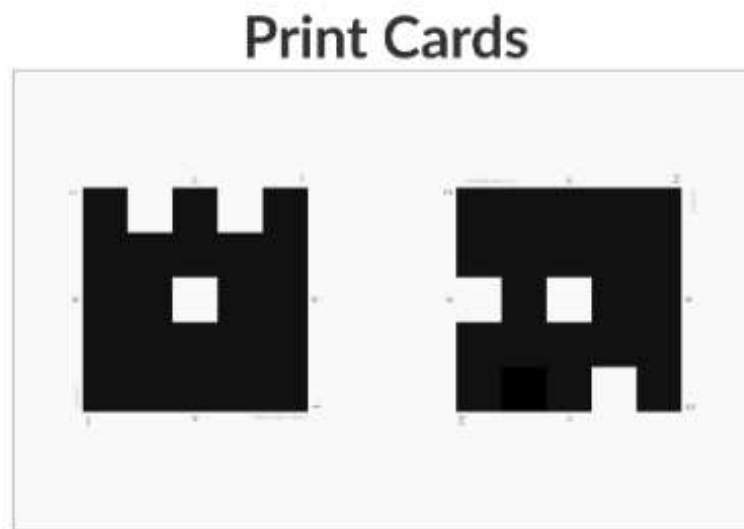
**Figura 1.** Exemplo de turma criada no aplicativo Plickes.



Fonte: *Próprio autor.*

A seguir, na Figura 2, temos um exemplo dos cards gerados para que o professor imprima e distribua entre os estudantes. Cada folha possui dois cards, no qual a folha deverá ser cortada ao meio.

**Figura 2.** Exemplo de dois cards gerados pelo aplicativo Plickers.



Fonte: [Get Plickers Cards – Plickers](#).

Se observar atentamente na figura acima, perceberá a presença de um número para cada QR Code, no qual existem 4 letras (A, B, C e D) distribuídas em cada lado. Como mencionado, cada número corresponde a um estudante, enquanto cada letra corresponde a um item da questão fechada que o estudante deverá escolher. Para escolher o item ao responder, o estudante deve

rodar o card, colocando a letra escolhida para cima. Assim, o leitor de QR Code do celular do professor, coletará o item escolhido de cada estudante.

Para aplicação da metodologia, o professor deverá projetar as perguntas, acessando o site do *Plickers* por meio de um computador ou notebook. Enquanto isso, com o aplicativo do *Plickers* em seu celular, o professor fará as leituras dos códigos, que serão transmitidas instantaneamente ao site logado em seu computador/notebook.

Para o estudo do texto proposto para esta aula, o professor deverá criar as questões fechadas e cadastrá-las no site/aplicativo do *Plickers*. Para informações adicionais sobre o aplicativo *Plickers*, acesse o site: [What is Plickers? – Plickers](#).

## REFERÊNCIAS

MAZUR, E. **Peer Instruction** - A Revolução da Aprendizagem Ativa. Editora Penso. Ano 2015.

### PERGUNTAS SUGERIDAS PARA A METODOLOGIA PEER INSTRUCTION

QUESTÃO 1
A Ciência de hoje é mais correta, enquanto as ideias destes filósofos, como Tales de Mileto, não são verdadeiras, pois possuem apenas suposições e fantasias, enquanto hoje temos fatos comprovados.  <input type="checkbox"/> Concordo <input type="checkbox"/> Discordo
QUESTÃO 2
Os primeiros filósofos eram muito criativos e usavam muita imaginação para construir suas ideias. Os cientistas atualmente não usam criatividade e imaginação porque precisam seguir um método sistemático pra ser replicado por outros cientistas, sem deixar emoções interferirem.  <input type="checkbox"/> Concordo <input type="checkbox"/> Discordo
QUESTÃO 3
Uma diferença entre as teorias de mundo dos primeiros filósofos e as teorias científicas é que as teorias dos filósofos sempre mudavam muito uma em relação as outras por estarem muito relacionadas a fatores pessoais de cada um, enquanto as teorias científicas apresentavam somente pequenas correções ao longo da história.  <input type="checkbox"/> Concordo <input type="checkbox"/> Discordo
QUESTÃO 4
Apesar dos aspectos consensuais da Natureza da Ciência serem características de como ocorre a construção do conhecimento científico atualmente, elas podem ser notadas em Ciências de outras épocas e lugares, como a feita pelos antigos filósofos naturalistas.

- |  |
|--|
| <input type="checkbox"/> Concordo<br><input type="checkbox"/> Discordo |
|--|

Salientamos que estas não são as únicas perguntas que podem ser feitas sobre o texto estudado e tão pouco serem exatamente estas perguntas. Recomendamos ao professor, caso queira, aperfeiçoar as perguntas e/ou acrescentar novas questões pertinentes.

A adaptação desta metodologia, feita para este tipo de conteúdo, será a necessidade do professor questionar a justificativa dos alunos para qualquer porcentagem de respostas satisfatórias, pois pode haver justificativas diferentes na defesa de um mesmo ponto de vista.

Os critérios de avaliação desta atividade serão: a participação, a exposição clara de ideias, argumentação e convencimento.

## **Apêndice E – Recomendações para a criação de uma aula de Ciência em uma perspectiva histórica/filosófica**

Para a construção deste material, usamos como base os obstáculos apresentados por Forato, Martins e Pietrocola (2009) ao abordar a criação de uma aula de Ciências que use da História e Filosofia da Ciência.

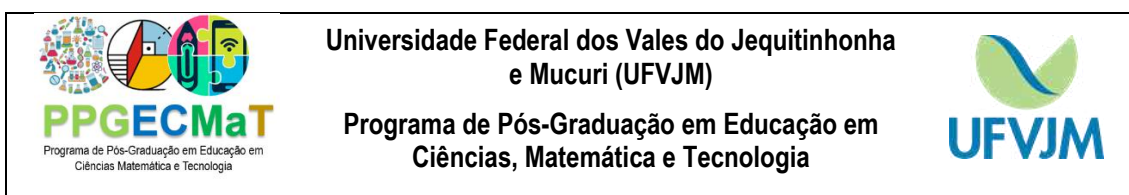
Prezado estudante, esperamos que este material possa lhe ajudar a pensar maneiras de se abordar a história de um conteúdo científico para uma boa compreensão da Natureza da Ciência. Com isso, temos as recomendações em relação aos seguintes aspectos:

- **A escolha dos aspectos da Natureza da Ciência:** antes de construir a aula, você deve escolher quais aspectos da Natureza da Ciência serão trabalhados e qual é o seu objetivo quanto a isso. Por exemplo, eu quero trabalhar o aspecto da interação social no conhecimento científico. Meu objetivo será construir maneiras de se discutir este aspecto e transformar noções deformadas sobre a Ciência neutra em noções mais informadas sobre a influência mútua entre a Ciência e Sociedade;
- **Seleção de conteúdo histórico:** Você deve fazer um recorte cuidadoso dos episódios históricos que englobam características que possam gerar discussões sobre os aspectos da Natureza da Ciência que você deseja trabalhar. Seguindo o exemplo, farei recortes sobre a história do conteúdo científico que estou trabalhando que possa exemplificar as interações entre a Ciência e seu contexto social, cultural, político e etc.;
- **O tempo didático:** Você deve se atentar ao tempo previsto para aula, ao mesmo tempo que não apresente recortes históricos superficiais. Ao selecionar recortes históricos que englobem vários aspectos da Natureza da Ciência pode interferir no tempo e objetivo proposto inicialmente.
- **O nível de profundidade:** Este aspecto se relaciona ao tempo didático, pois você deve se atentar a não construir uma pseudo-história, caracterizada pela omissão de eventos, ao tentar encaixar a aula no tempo previsto, assim não sendo possível um entendimento eficaz de como ocorre a construção do conhecimento científico.
- **O relativismo:** Ao criticar certas concepções deformadas da Ciência, você deve se atentar em não incentivar visões radicalmente opostas, como, por exemplo, uma total descrença na Ciência e seus produtos.

### **Referências**

FORATO, T. C. M.; MARTINS, R. A.; PIETROCOLA, M. Prescrições historiográficas e saberes escolares: alguns desafios e riscos (Completo). In: VII ENPEC - **Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências**, Atas... 2009, Florianópolis.

## ANEXOS



### ANEXO 1: CARACTERIZAÇÃO DO PRODUTO/ PROCESSO EDUCACIONAL

<b>Discente:</b>	Italo Zanatelli Costa Lima
<b>Orientador:</b>	Wagner Lannes
<b>Co-orientador (caso tenha):</b>	

Critérios	Detalhamento	RESPOSTAS
<b>Aderência - critério obrigatório/itens não excludentes</b>	<b>Nome do projeto de pesquisa que o PE está vinculado:</b>	UMA ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA NAS CONCEPÇÕES SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA DE FUTUROS PROFESSORES
	<b>Identificação da linha de pesquisa que o PE está vinculado:</b>	Formação de Professores em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia
	<b>Área de concentração do Programa:</b>	Ensino de Ciências e Matemática
<b>Tipo do PE</b>	Protótipo Piloto Projeto Outro	Protótipo
<b>Subtipo do PE</b> PTT1 - Material didático/instrucional PTT2 - Curso de formação profissional PTT3 - Tecnologia social PTT4 - Software/Aplicativo PTT5 - Evento Organizados PTT6 - Relatório Técnico PTT7 – Acervo PTT8 - Produto de comunicação PTT9 - Manual/Protocolo PTT10 - Carta, mapa ou similar		PTT2-Curso de formação profissional
<b>Finalidade</b> Descrever a finalidade do PTT (até 200 palavras ou 1000 caracteres):	Ampliar a visão crítica dos futuros professores das disciplinas das Ciências da Natureza (Biologia, Física e Química) no uso da História e Filosofia da Ciência para uma compreensão eficaz da Natureza da Ciência.	

<p><b>Impacto:</b>  Alto - PTT gerado no Programa, aplicado e transferido para um sistema, no qual seus resultados, consequências ou benefícios são percebidos pela sociedade.  Médio - PTT gerado no Programa, aplicado no sistema, mas não foi transferido para algum segmento da sociedade.  Baixo - PTT gerado apenas no âmbito do Programa e não foi aplicado nem transferido para algum segmento da sociedade.</p>	Indique se o impacto é Alto, Médio ou Baixo:	Baixo, pois foi gerado somente no âmbito do Programa e não foi aplicado e nem transferido para algum segmento da sociedade.
<b>Impacto - Demanda</b>	Demanda espontânea	Não se aplica
	Demanda contratada	Não se aplica
	Demanda por concorrência (ex. Edital)	Não se aplica
<b>Impacto - Objetivo da pesquisa</b>	Experimental	Solução de problema previamente identificado
	Sem um foco de aplicação inicialmente definido	
	Solução de um problema previamente identificado	
<b>Impacto: Área impactada pela produção</b>	Indique se é: área econômica, cultural, ambiental, científica, social, de saúde, ensino ou aprendizagem.	Área de ensino
<b>Impacto: Tipo</b> Real - efeito ou benefício que pode ser medido a partir de uma produção que se encontra em uso efetivo pela sociedade ou que foi aplicado no sistema. Isso é, serão avaliadas as mudanças diretamente atribuíveis à aplicação do PTT com o público-alvo.  Potencial - efeito ou benefício de uma produção previsto pelos pesquisadores antes de esta ser efetivamente utilizada pelo público-alvo. É o efeito planejado ou esperado.	Real	
	Potencial	
	Caso seja Real, descrever o impacto da aplicação do produto, indicando local onde foi desenvolvido e público alvo (até 200 palavras ou 1000 caracteres).	Potencial
<b>Replicabilidade</b> - Possibilidade de o PTT ser repetido, mesmo com adaptações, em diferentes contextos daquele em que o mesmo foi produzido.	Sim	Sim
	Não	
<b>Abrangência territorial</b> - Refere-se a uma definição precisa da vocação do PTT, ou seja, se é local, regional, nacional ou internacional.	Local	Local
	Regional	
	Nacional	
	Internacional	
<b>Complexidade:</b> - Alta complexidade - O PTT é concebido a partir da observação e/ou da prática do profissional e está atrelado à questão de pesquisa da dissertação/tese, apresenta método claro. Explica de forma objetiva a aplicação e análise do produto, há uma reflexão sobre o PTT com base nos referenciais teórico e teórico- metodológico, apresenta associação de diferentes tipos de conhecimento e interação de múltiplos atores - segmentos da sociedade, identificável nas etapas/passos e nas	<b>Indicar se é:</b> Alta complexidade Média complexidade Baixa complexidade Sem complexidade	Baixa complexidade

<p>soluções geradas associadas ao produto, e existem apontamentos sobre os limites de utilização do PTT.</p> <p>- Média complexidade - O PTT é concebido a partir da observação e/ou da prática do profissional e está atrelado à questão de pesquisa da dissertação/tese. Apresenta método claro e explica de forma objetiva a aplicação e análise do produto, resulta da combinação de conhecimentos pré-estabelecidos e estáveis nos diferentes atores - segmentos da sociedade.</p> <p>- Baixa complexidade - O PTT é concebido a partir da observação e/ou da prática do profissional e está atrelado à questão de pesquisa da dissertação/tese. Resulta do desenvolvimento baseado em alteração/adaptação de conhecimento existente e estabelecido sem, necessariamente, a participação de diferentes atores - segmentos da sociedade.</p> <p>- Sem complexidade - Não existe diversidade de atores - segmentos da sociedade. Não apresenta relações e conhecimentos necessários à elaboração e ao desenvolvimento do PTT.</p>		
<p><b>Inovação:</b></p> <p><b>Alto teor inovativo</b> - desenvolvimento com base em conhecimento inédito.</p> <p><b>Médio teor inovativo</b> - combinação e/ou compilação de conhecimentos pré- estabelecidos.</p> <p><b>Baixo teor inovativo</b> - adaptação de conhecimento existente.</p>	<p><b>Indicar se é:</b></p> <p>Alto teor inovativo</p> <p>Médio teor inovativo</p> <p>Baixo teor inovativo</p> <p>Sem inovação aparente</p>	<p>Baixo teor inovativo</p>
<p>Setor beneficiado, com informação sobre o setor da sociedade onde o impacto foi ou será gerado (atividades definidas na lista CNAE)</p>	<p>Ex.: educação; informação e comunicação; atividades profissionais; científicas e técnicas etc.</p>	<p>Educação</p>
<p>URL</p>	<p>Inserir endereço eletrônico do PTT</p>	
<p>Há registro/depósito de propriedade intelectual caso tenha (ISBN, ISSN, ficha catalográfica, entre outros)?</p>	<p>Não</p> <p>Sim (inserir também o número do registro, por exemplo, ISBN, ISSN, ficha catalográfica, entre outros)</p>	