



[www.usp.br](http://www.usp.br)

[www.nupic.incubadora.fapesp.br/](http://www.nupic.incubadora.fapesp.br/)

<http://www.lapef.fe.usp.br/>

## **Planejamento do curso: O ÉTER, A LUZ E A NATUREZA DA CIÊNCIA**

*Versão Preliminar (2007)*

### ***Objetivo geral:***

Promover a discussão e reflexão sobre alguns aspectos selecionados da natureza da ciência utilizando a história da ciência.

### ***Objetivo específico:***

Ao final do curso pretende-se que o aluno tenha refletido, discutido e “vivenciado” os seguintes componentes da visão contemporânea sobre a natureza da ciência:

- a natureza não fornece dados suficientemente simples que permitam interpretações sem ambigüidades;
- observações são influenciadas teoricamente;
- a ciência é uma atividade humana influenciada pelo contexto sociocultural de cada época;
- teorias científicas não podem ser provadas e não são elaboradas unicamente a partir da experiência;
- o conhecimento científico baseia-se fortemente, mas não inteiramente, na observação, evidência experimental, argumentos racionais e ceticismo, ou seja, embora as teorias científicas não sejam “provadas definitivamente”, elas são conclusões a partir de um trabalho especializado, que exige muito investimento, que recorre a experimentos, muitos estudos teóricos, e uma fundamentação matemática bastante rigorosa.

### ***Proposta pedagógica***

O curso é voltado para alunos do ensino médio, adaptável ao início da graduação ou ao final do ensino fundamental II. Os aspectos da natureza da ciência são trabalhados em episódios históricos diferentes e por meio de distintas estratégias pedagógicas permitindo que o aluno tenha contato com eles em diversos momentos.

Busca-se com isso tornar o aluno partícipe do processo, seja pela leitura e discussão dos textos, pelo debate entre grupos, pela participação de um teatro proposto ou pelas produções culturais. As questões colocadas ao final dos textos pretendem ser provocativas, criar conflitos, levantar polêmicas e promover a reflexão

sobre os temas tratados. Não são questões meramente interpretativas, ou seja, não se espera que o aluno encontre todas as respostas no texto, mas que reflitam, questionem, discordem e argumentem a partir dele. O curso favorece o desenvolvimento de competências, como por exemplo, a construção de argumentação utilizando conhecimentos sobre a ciência e o planejamento e execução de tarefas em grupo, dentre muitas outras. Há também outros benefícios implícitos no curso, como discutir conceitos e teorias físicas, aumentar a cultura histórica geral do aluno, promover interfaces com distintas disciplinas.

### *Conteúdo e Atividades*

#### **EPISÓDIO I: UM POUCO SOBRE A LUZ NA ANTIGÜIDADE GREGA**

**Objetivos:** Criticar a visão normalmente aceita de que as leis são propriedades da natureza, previamente existentes, cabendo aos homens descobri-las. O aluno deve compreender que:

- a natureza não fornece evidências suficientemente simples que permitam interpretações sem ambigüidades;
- as explicações criadas pelos filósofos estudados estavam vinculadas ao modo como cada um entendia o funcionamento do Universo;
- os pensadores não construíam deduções incontestáveis, mas sim hipóteses para explicar os fenômenos naturais.

#### **Quadro Sintético**

<b>ATIVIDADE</b>	<b>MOMENTOS</b>	<b>TEMPO</b>
1. Linha cronológica	Jogo “colocando na linha do tempo”.	2
	Apresentar a linha cronológica: <b>“Viagens pela história da ciência: as múltiplas faces da construção do conhecimento”</b> .	

	Quebra-cabeça com o texto 1: “ <b>A filosofia e as explicações para o funcionamento da natureza</b> ”.	
2. A luz na Antigüidade Grega	Apresentação de algumas teorias da luz e da visão: <i>PowerPoint “Gregos”</i> .	1,5
	Leitura do texto 2: “ <b>Um pouco sobre a luz na Antigüidade grega</b> ”.	
	Responder em grupo às questões do texto 2.	
3. Sistematização	Discussão e correção das respostas.	0,5
	Síntese do episódio.	
Total		4 aulas

### DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

#### Atividade 1 – Linha Cronológica

**Objetivo:** Introduzir o tema do curso, localizar no tempo os pensadores e os episódios a serem tratados, apresentar uma visão geral da história da ciência como construída no contexto de cada época.

**Conteúdo:** Imagens de pensadores que permitem apresentar uma visão de ciência construída por diversos povos, no contexto sócio-cultural de cada época. Imagens de filmes épicos para facilitar a localização temporal dos episódios estudados.

**Recursos de Ensino:** Cartões com pensadores e eventos históricos (anexos ao planejamento); faixa de 1,0 m x 6,0 m contendo linha cronológica: “**Viagens pela história da ciência: as múltiplas faces da construção do conhecimento**”.

**Dinâmica da Atividade:** Para iniciar o curso, o professor entrega alguns cartões com filósofos e eventos históricos bem conhecidos e pede que os alunos os coloquem numa seqüência cronológica. Os cartões trazem o nome do pensador, algum fato marcante de sua vida e uma “pista” sobre a época em que teria vivido. São pensadores de distintos povos, como árabes, indianos e chineses, para permitir discussões sobre sua contribuição na construção da ciência. A seguir, o professor apresenta a faixa contendo a linha cronológica, fixando-a na parede da sala, onde deve permanecer durante o curso, e pede para os alunos compararem com sua montagem. Ele discute as respostas dos alunos e explica a linha do

tempo, comentando alguns períodos da história da ciência, especialmente os que serão tratados no curso. Introduce o assunto do curso: três episódios da história da óptica, tratando de alguns aspectos da natureza da luz. Essa atividade é uma oportunidade para ressaltar a ciência como uma atividade humana que vem sendo construída ao longo da história e sujeita a influências culturais de diversos povos e época.

O professor entrega o texto 1: “A filosofia e as explicações para o funcionamento da natureza” recortado em parágrafos, para que os alunos em pequenos grupos reconstruam o texto. Depois disso, os alunos fazem a leitura com o professor, que esclarece possíveis dúvidas.

**Observações:** as seguintes idéias devem ser enfatizadas nesta atividade de início do curso:

- a. vários povos contribuem para a construção da ciência;
- b. os critérios aceitos para a construção do conhecimento sobre a natureza muda de época para época e de cultura para cultura;
- c. o pensamento mítico para explicar os fenômenos naturais: os deuses eram a causa dos fenômenos naturais. Professor comenta sobre filmes que ilustram essa interpretação da história, como *A guerra de Tróia*, *Jasão e os Argonautas* que mostram os deuses provocando fenômenos naturais e sua interação com os homens;
- d. as contribuições gregas de Tales e seus contemporâneos para o pensamento filosófico: explicar pelo pensamento e pelo raciocínio. O professor mostra a época e alguns filósofos na linha do tempo. É possível fazer uma diferenciação com o período anterior, comentando sobre o filme *Alexandre* e a interação entre o mestre Aristóteles e seu discípulo;
- e. lembrar que a localização geográfica da Grécia na rota de diversos povos favoreceu a troca de conhecimentos com outras culturas;
- f. a Idade Média NÃO foi a idade das trevas. Muitos conhecimentos cruciais para a chamada ciência moderna foram desenvolvidos nesse período, contando com grandes contribuições dos árabes. Como exemplo ilustrativo, o professor pode comentar sobre o “médico árabe” e seus saberes diferenciados no filme *Robin Hood* (com Kevin Costner);
- g. o século XVII como o auge da revolução científica; falar da diversidade de métodos; das contribuições do Renascimento, como a magia natural e a alquimia (essas últimas só devem ser abordadas se o professor estiver familiarizado a tais abordagens);
- h. nos séculos XVIII e XIX pode-se mencionar o Iluminismo e a Revolução Industrial;
- i. “reviravolta” na ciência no século XX: teoria da relatividade e quântica (relembrar o efeito fotoelétrico e a dualidade onda-partícula, se os alunos já os tiverem estudado, por exemplo);

j. algumas informações sobre a faixa: imagens dos pensadores árabes são desenhos imaginados por artistas em épocas mais recentes, pois a reprodução das figuras humanas era proibida entre os povos islâmicos; imagens dos pensadores indianos também são criações artísticas, pois na Índia a criação individual não era importante; a imagem de Hipácia de Alexandria também é uma criação, ninguém sabe nada sobre como ela seria etc.

### Atividade 2 – A luz na Antigüidade grega

**Objetivo:** Explicar porque as pessoas que observavam um fenômeno não chegavam à mesma conclusão. Compreender que as explicações elaboradas pelos filósofos gregos eram hipóteses vinculadas ao modo como cada um entendia o funcionamento do Universo, pois a natureza não fornece evidências que permitem uma única interpretação.

**Conteúdo:** A luz para Leucipo, Empédocles e Aristóteles. A diversidade de explicações.

**Recursos de Ensino:** Apresentação *PowerPoint* Gregos; texto 2 “Um pouco sobre a luz na Antigüidade grega”, questões sobre o texto.

**Dinâmica da Atividade:** O professor propõe a questão: como os homens explicaram a luz em diferentes momentos da nossa história? Apresenta algumas das primeiras teorias sobre a luz e a visão na Antigüidade grega, utilizando os slides com imagens e animações. Entrega depois o texto 2 aos alunos e propõe que eles respondam em pequenos grupos às questões propostas.

### Atividade 3 – Sistematização

O professor discute com a classe as repostas dos alunos às questões do texto 2. Nesse momento ele identifica os pontos em que os alunos demonstram insegurança ou dúvidas com relação ao assunto tratado. Ele faz a síntese do episódio, esclarecendo dúvidas e ressaltando os aspectos da natureza da ciência que são objetivo do episódio.

## EPISÓDIO II: DEBATES SOBRE A NATUREZA DA LUZ NO SÉCULO XVII

### Objetivos:

- Compreender que havia diferentes teorias no período e todas eram bem fundamentadas com relação ao que se considerava como válido na investigação da natureza;

- Perceber que grandes pensadores elaboraram teorias consideradas “erradas” pela ciência atual;
- Entender que as idéias devem ser analisadas em seu contexto;
- Entender que estava se delineando a concepção moderna de ciência e o método proposto por Newton foi considerado como o melhor método para a filosofia natural, prescrevendo a suposta observação “neutra” dos fenômenos;
- Compreender que havia mais de uma interpretação possível para os fenômenos estudados e, portanto, seria ingênuo acreditar em “observação neutra”.

### Quadro Sintético

ATIVIDADE	MOMENTOS	TEMPO
1. Fenômenos ópticos	Demonstração de fenômenos ópticos: refração, reflexão e dispersão da luz branca em um prisma; apresentação do <i>PowerPoint</i> “ <b>Fenômenos Ópticos</b> ”.	1,5
2. O fenômeno das cores	Leitura do texto 3: “ <b>Newton e o fenômeno das cores</b> ”. Resolução das questões.	0,5
	Correção das questões.	
3. Onda ou corpúsculo?	Apresentação do <i>PowerPoint</i> “ <b>Onda e Corpúsculo no XVII</b> ”.	1,0
	Demonstração com lanternas e bolas de gude.	
	Leitura do texto 4: “ <b>Fim do século XVII: corpúsculos ou pulsos no éter?</b> ”.	
	Responder às questões do texto 4.	
4. Sistematização	Discussão sobre as questões fazendo a síntese do episódio.	0,5
5. Debate	Preparação em grupo para o debate.	2,5
	Debate entre os grupos e veredicto do júri. Comentários do professor.	
		6 aulas

## DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

### Atividade 1 - Fenômenos ópticos

**Objetivo:** Rever com alunos os fenômenos ópticos que fundamentam a discussão sobre as teorias e que compõem o argumento para defender e refutar as hipóteses rivais.

**Conteúdo:** Reflexão da luz, refração da luz e dispersão da luz em um prisma.

**Recursos de Ensino:** Espelho; lanterna; objetos transparentes (lentes de vidro, plástico, copos, garrafas etc.); retroprojektor; tecido preto; prisma de acrílico; *PowerPoint* Fenômenos Ópticos.

**Dinâmica da Atividade:** O professor inicia propondo uma revisão de alguns fenômenos ópticos e demonstra a reflexão, a refração e a dispersão da luz em um prisma, ressaltando o aspecto contínuo do espectro em oposição ao famoso “sete cores” do arco-íris. Pergunta aos alunos como acham que isso ocorre, preparando a discussão sobre a controvérsia no XVII sobre o prisma modificar ou separar a luz. A seguir, ele apresenta o *PowerPoint* Fenômenos Ópticos com imagens dos fenômenos ópticos demonstrados e de suas representações geométricas.

**Observações:** Para demonstrar a reflexão luminosa, o professor pode utilizar a lanterna e o espelho, variando o ângulo de incidência da luz e chamando a atenção para a variação similar no ângulo de reflexão. Para a refração ele pode utilizar a lanterna e os objetos transparentes, ou mesmo os objetos vistos através deles. Para mostrar a dispersão da luz branca em um prisma, ele pode utilizar o retroprojektor para fornecer luz branca de intensidade adequada ao fenômeno. Com o tecido preto, cria-se um feixe de luz branca entre a superfície plana do retroprojektor e a célula que desvia a luz, projetando-a no anteparo. O prisma é colocado no orifício deixado pelo tecido preto, enviando a luz já dispersa para a célula que a projeta na parede da sala, formando um espectro alongado de cores. Depois disso, ele apresenta à classe imagens dos fenômenos luminosos da reflexão; refração e dispersão, e os slides com suas representações geométricas.

### Atividade 2 – O fenômeno das cores

**Objetivo:** Justificar a possibilidade de várias explicações para um mesmo fenômeno natural. Discutir e compreender os seguintes aspectos da natureza da ciência:

- a formulação de hipóteses e a construção de modelos admitem pressupostos que influenciam a observação dos experimentos;

- a natureza não fornece evidências que permitem uma única interpretação.

**Conteúdo:** Conjecturas teóricas influenciando a interpretação do experimento com o prisma e a possibilidade de diferentes interpretações.

**Recursos de Ensino:** Texto 3 “**Newton e o fenômeno das cores**”; apresentação do *PowerPoint* “**Fenômeno das Cores**”.

**Dinâmica da Atividade:** Com o *PowerPoint*, o professor apresenta breve síntese da óptica no século XVII e imagens da dispersão da luz em um prisma. Entrega o texto 3 para os alunos e os divide em grupos para responder às questões. Se houver tempo suficiente, o professor pode pedir que eles respondam individualmente primeiro e depois se reúnam para comparar as repostas. Correção das questões: o professor ouve e comenta com toda a classe as repostas dos alunos. Nesse momento ele identifica os pontos em que os alunos demonstram insegurança ou dúvidas com relação ao assunto tratado.

### Atividade 3 - Onda ou corpúsculo?

**Objetivo:** Justificar a existência de diferentes interpretações para um mesmo fenômeno luminoso; Utilizar o fenômeno de difração como explicação favorável à teoria de Huygens; Compreender as teorias de Huygens e Newton quanto à natureza da luz, fornecendo subsídios para a discussão e compreensão dos aspectos da natureza da ciência:

- as teorias que buscavam explicar a natureza da luz apresentavam bons argumentos, mas também limitações.
- teorias não podem ser provadas e não são elaboradas unicamente a partir da experiência.

**Conteúdo:** A luz como ondas no éter para Huygens, a interpretação corpuscular para teoria de Newton.

**Recursos de Ensino:** Texto 4: “**Fim do século XVII: corpúsculos ou ondas no éter?**”; *PowerPoint* “**Onda e corpúsculo no XVII**”; duas lanternas; oito a dez bolas de gude.

**Dinâmica da Atividade:** Apresentar o *PowerPoint* “**Onda e Corpúsculo no XVII**” com a síntese das teorias de Newton e Huygens, ressaltando os **aspectos favoráveis e as dificuldades** de cada teoria, no que se refere à natureza da luz. Para ilustrar as idéias do encontro dos raios luminosos em ambas as teorias, utilizar as duas lanternas para demonstrar o cruzamento dos raios luminosos, e demonstrar a colisão entre dois feixes de bolas de gude para ilustrar o cruzamento entre dois feixes de partículas. O professor deve ressaltar como cada teoria explicava a reflexão e a refração da luz. A seguir, o professor



entrega o texto 4 aos alunos e propõe que eles respondam às questões em grupo. O professor ouve e comenta com toda a classe as repostas dos alunos. Nesse momento ele identifica os pontos em que os alunos demonstram insegurança ou dúvidas com relação ao assunto tratado.

#### **Atividade 4 – Sistematização**

A correção das questões pode ser usada pelo professor pra iniciar a síntese do episódio, buscando enfatizar os aspectos em que os alunos mostraram dificuldades e ressaltando os aspectos pretendidos acerca da natureza da ciência, mostrando pontos favoráveis e dificuldades em ambas as teorias.

#### **Atividade 5 - Debate**

##### **Objetivos:**

- Vivenciar o debate entre idéias, entendendo conceitos e utilizando-os na defesa de seu ponto de vista;
- Compreender e identificar as possibilidades e limitações existentes em cada teoria;
- Construir argumentações para defender uma delas e refutar a teoria rival;
- Compreender que não existe observação neutra dos fenômenos naturais;
- Perceber que a natureza não fornece dados que permitam uma única interpretação.

**Conteúdo:** Aspectos da natureza da luz nas teorias de Huygens e Newton.

**Recursos de Ensino:** Texto 4: “**Fim do século XVII: corpúsculos ou ondas no éter?**”; Texto 5: “**Atividade – O debate entre as teorias ondulatória e corpuscular**”; e bibliografia complementar (opcional).

**Dinâmica da Atividade:** O professor propõe o debate entre grupos, apresenta as regras, organiza os grupos e esclarece dúvidas (Texto 5). Os grupos se reúnem para a preparação da argumentação, enquanto o restante da classe que fará o papel de júri elabora perguntas que poderão ser feitas aos grupos durante o debate. Na aula seguinte os alunos colocam-se em dois grupos diante do júri e inicia-se o debate. Os membros do júri devem fazer perguntas aos grupos para obter mais informações sobre as teorias. Ao final, o júri se reúne para escolher a teoria mais bem defendida e os argumentos mais consistentes. Depois de apresentado o veredicto, o professor comenta o debate, os argumentos utilizados, enfatiza os aspectos bem sucedidos e discute possíveis erros cometidos. (No final dessa aula, o

professor deve entregar aos alunos o texto 6: “**A luz e o século das luzes**” como lição de casa. O texto deve estar recortado em parágrafos, para que os alunos o reconstruam).

### EPISÓDIO III: A LUZ E O ÉTER LUMINÍFERO NO INÍCIO DO SÉCULO XIX

#### Objetivos:

- Compreender que as teorias não são elaboradas unicamente a partir de experimentos, mas eles são muito importantes para a construção do conhecimento científico;
- Entender que os cientistas formulam hipóteses, constroem modelos, e admitem certos pressupostos que influenciam a observação dos experimentos;
- Entender que a construção da ciência sofre influência de fatores não científicos;
- Compreender o papel do éter luminífero no início do século XIX.

#### Quadro Sintético

ATIVIDADE	MOMENTOS	TEMPO
1. Fazendo uma ponte	Quebra-cabeça do texto 6: “ <b>A luz e o século das luzes</b> ”.	Lição de casa
2. Comparando fenômenos luminosos	Demonstração de fenômenos ópticos: sombras e difração; superposição e interferência.	0,25
3. Éter luminífero	Apresentação do <i>PowerPoint</i> • • “ <b>Luz e éter no XIX</b> ”.	1
	Trecho do vídeo: Dr. Quantum – <i>Double slit experiment</i> , Disponível em: < <a href="http://www.youtube.com/watch?v=lytd7B0WRM8">http://www.youtube.com/watch?v=lytd7B0WRM8</a> >	0,25
	Texto 7: “ <b>A luz e o éter luminífero no início do século XIX</b> ”.	0,5
	Responder às questões do texto 7. Correção das questões.	1
4. Teatro	Apresentação do teatro texto 8: “ <b>O éter e a natureza da luz</b> ”.	2,5

	Discussão com a classe sobre a apresentação.	
	Questões sobre o teatro.	
5. Sistematização	Sistematização do episódio	0,5
	Total	6 aulas

#### DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

##### Atividade 1 – Fazendo uma ponte

**Objetivo:** Conhecer uma descrição bastante sucinta de aspectos do século XVIII, que favorecem a compreensão dos debates que ocorreram no início do século XIX entre as teorias corpuscular e ondulatória para a luz. Resolver o quebra cabeças e ler o texto resultante visando relacionar história e ciência no séculos XVIII.

**Conteúdo:** Aspectos da sistematização da doutrina newtoniana realizada ao longo do XVIII.

**Recursos de Ensino:** Texto 6: “A luz e o século das luzes”.

**Dinâmica da Atividade:** Os alunos recebem na aula anterior o quebra-cabeça do texto 6. Como o texto está recortado em parágrafos, a leitura deve ser atenta, pois os alunos precisam reconstruí-lo.

##### Atividade 2 – Comparando fenômenos luminosos

**Objetivos:** Diferenciar sombra e difração; Identificar a interferência luminosa e superposição.

**Conteúdo:** Revisão de alguns fenômenos ópticos: sombras e difração; superposição e interferência.

**Recursos de Ensino:** Fonte intensa de luz (como a do Data-show, por exemplo); folhas de papel escuro com figuras geométricas recortadas no centro (triângulo, quadrado, círculo); uma folha de papel escuro com finíssima secção ao centro feita com estilete, para demonstrar a difração.

**Dinâmica da Atividade:** Direcionar a luz do projetor para a parede. Colocar as folhas escuras interceptando o feixe luminoso, de modo a projetar as figuras geométricas na

parede. Enfatizar que a figura projetada reproduz a forma geométrica das figuras recortadas no papel. Colocar o papel com a finíssima fenda interceptando o feixe de luz e verificar as franjas projetadas na parede. Enfatizar a diferença sem justificar (por enquanto).

### Atividade 3 – Éter luminífero

#### Objetivos:

- Compreender que o fenômeno da interferência luminosa apontava uma limitação da teoria corpuscular para a luz;
- Entender, na medida do possível, o papel do éter luminífero na teoria ondulatória;
- Perceber a relevância do desenvolvimento matemático na teoria de Fresnel para o sucesso da teoria ondulatória;
- Conhecer aspectos da influência de fatores extra-científicos na construção da ciência;
- Entender que os experimentos desempenham um papel muito importante na construção da ciência, embora não permitam uma única interpretação para os fenômenos da natureza;

**Conteúdo:** Difração; superposição e interferência; rompendo com a tradição corpuscular; luz como onda para Young; o experimento de Arago; os corpuscularistas e o prêmio de Fresnel; a teoria de Fresnel e a aceitação da teoria ondulatória; o vácuo e a importância do éter na teoria ondulatória.

**Recursos de Ensino:** Equipamento que permita projeção de vídeo disponível no *Youtube*; apresentação *PowerPoint* “Luz e éter no XIX” ; texto 7: “A luz e o éter luminífero no início do século XIX”.

**Dinâmica da Atividade:** O professor retoma a discussão sobre a projeção das franjas de difração na parede e incentiva os alunos a explicarem o fenômeno. Inicia a apresentação do *PowerPoint* “Luz e éter no XIX” e utiliza o início do filme *Dr. Quantum e o experimento da dupla fenda* para mostrar a diferença nos padrões de interferência esperados num anteparo, ao fazer incidir em fendas um feixe de partículas ou um feixe de ondas na água. O professor discute as limitações da teoria corpuscular na explicação do fenômeno óptico da interferência luminosa. Os alunos fazem a leitura e respondem às questões do texto 7, em grupo ou individualmente, conforme o professor considerar mais produtivo.

#### Atividade 4 - Teatro

**Objetivo:** Revisar os principais aspectos sobre a natureza da ciência tratados ao longo do curso, utilizando uma atividade pedagógica diferente.

**Conteúdo:** Situações fictícias imaginadas a partir de alguns aspectos da história da óptica envolvendo o conceito das teorias luminosas com o éter luminífero.

**Recursos de Ensino:** Peça de teatro: Texto 8: “O éter e a natureza da luz”.

**Dinâmica da Atividade:** No início do curso o professor propõe para os alunos a apresentação de uma peça teatral tratando do conteúdo a ser estudado. Entrega o roteiro aos interessados, pedindo sigilo sobre o conteúdo para não estragar a surpresa. Combina os horários extra classe necessários para os ensaios e orienta sobre as providências a tomar descritas no roteiro sobre espaço físico, figurino, cenário, etc. É importante explicar que inicialmente os alunos-atores devem apenas familiarizar-se com as falas, mesmo sem compreender todos os aspectos conceituais envolvidos no texto, pois eles serão explicitados e apreendidos durante o curso. Após a apresentação, toda a sala discute sobre a atividade e responde às questões propostas no final do roteiro. Apenas neste momento final, o professor entrega o texto do teatro (roteiro) para toda a sala. O professor ouve e comenta com toda a classe as respostas dos alunos às questões do teatro. Nesse momento ele identifica e discute os pontos em que os alunos demonstram insegurança ou dúvidas com relação ao assunto tratado.

#### Atividade 5 – Sistematização

O professor faz então a síntese do episódio, buscando enfatizar os aspectos em que os alunos mostraram dificuldades e ressaltando os aspectos pretendidos acerca da natureza da ciência.

#### ENCERRAMENTO DO CURSO

**Objetivo:**

- Avaliar a aprendizagem do aluno quanto aos aspectos da natureza da ciência que se procurou estabelecer no curso, quanto à construção de argumentação em favor de

suas idéias, quanto à sua compreensão das relações entre teoria, observação, interpretação;

- Avaliar sua forma de interpretar o texto, refletir de modo crítico sobre ele e elaborar soluções para as questões propostas;
- Promover outra interação com o material estudado ao longo do curso;
- Permitir e estimular que o aluno expresse a criatividade com produções culturais abordando o assunto estudado.

### Quadro Sintético

ATIVIDADE	MOMENTOS	TEMPO
1. Avaliação com consulta	Avaliação individual.	2
2. Festival cultural	Apresentação de produções culturais dos alunos.	2
Total		4 aulas

### DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

#### Atividade 1 – Avaliação com consulta

##### Objetivo:

- Interpretar o texto, refletir de modo crítico sobre ele e elaborar soluções para as questões propostas.

**Conteúdo:** Questões sobre o conteúdo desenvolvido durante o curso.

**Recursos de Ensino:** Avaliação

**Dinâmica da Atividade:** Os alunos respondem às questões individualmente, podendo consultar todo o material utilizado no curso. A avaliação com consulta, inspirada na “prova operatória” (Ronca & Terzi, 1993) foi elaborada como mais um momento de contato do aluno com o conteúdo. As questões foram desenvolvidas de modo a serem “a ponte para pensar, a alça para operar” (Ronca & Terzi, 1993, p. 39).

## Atividade 2 – Festival cultural

**Objetivo:** Desenvolver, estimular e expressar a criatividade mostrando sua compreensão dos conteúdos estudados.

**Conteúdo:** Todo o conteúdo tratado durante o curso.

**Recursos de Ensino:** Show dos alunos apresentando uma forma de produção cultural tratando de conteúdo do curso.

**Dinâmica da Atividade:** No início do curso o professor pode adiantar que o mesmo será finalizado com um festival cultural. Os alunos devem desenvolver produções culturais que tratem do conteúdo do curso. O professor pode sugerir alguns exemplos, como produzir vídeos, paródias, poemas, relato de histórias, contos, etc. Cabe ao professor decidir, em função do seu contexto escolar, se é necessário atribuir alguma pontuação na nota dos alunos que participarem adequadamente, e cuja obra contemple adequadamente os conteúdos histórico e epistemológico discutidos.

\*\*\*

### **OBSERVAÇÕES FINAIS:**

As apresentações em *powerpoint* devem ser elaboradas pelo professor, pois ele é quem define o modo como o curso será conduzido, os temas que irá aprofundar ou apenas apresentar. Essa construção depende do contexto de cada escola.

O curso pode ser aplicado na seqüência proposta, ou ser intercalado aos conceitos físicos em cursos de óptica geométrica. O material também pode ser utilizado para discutir a natureza da ciência em outras disciplinas, quando o professor se sentir confortável, pois os conceitos físicos envolvidos são bastante acessíveis. O material também é adequado para introduzir a discussão da dualidade da luz ou como precedentes históricos para um curso de teoria da relatividade.

É recomendado que o professor leia pelo menos uma parte dos textos indicados nas referências bibliográficas ao final de cada episódio. Muitos estão em português e disponíveis na internet.

[www.nupic.incubadora.fapesp.br/](http://www.nupic.incubadora.fapesp.br/)

<http://www.lapef.fe.usp.br/>

[thaiscmf@usp.br](mailto:thaiscmf@usp.br)

[thaiscmf@gmail.com](mailto:thaiscmf@gmail.com)