

Curso: O éter, a luz e a natureza da ciência.

Texto 8: Peça de teatro

O éter e a natureza da luz

Autoria: *Thaís Cyrino de Mello Forato*
Colaboração: *Maria Luíza Ledesma Rodrigues*
Revisão: *Maurício Pietrocola*

Advertência: Este texto não é um relato histórico. É um recurso didático. Ele pretende promover uma reflexão sobre alguns aspectos da natureza da ciência fazendo menção ao debate entre os defensores das teorias corpuscular e ondulatória da luz. É uma obra de ficção, inspirada em alguns episódios históricos, mas não pretende fazer uma reconstituição dos eventos. Personagens que podem nunca ter se encontrado dialogarão em cena no intuito de gerar um clima descontraído. Buscamos criar uma atividade interessante para os alunos, que desperte a curiosidade sobre o tema trabalhado em sala de aula.

Elaborada a partir dos textos:

MARTINS, Roberto de Andrade. A torre de Babel científica. *Scientific American – especial história: os grandes erros da ciência*, São Paulo, v. 6, p. 6-13, 2006.

PIETROCOLA, Maurício. Fresnel e o arrastamento parcial do éter: a influência da propagação da Terra sobre a propagação da luz. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 10, n. 2, p. 157-172, ago. 1993.

Pressupostos:

Esse roteiro para o teatro deve ser utilizado no contexto do curso. As informações isoladas não atingem aos objetivos pedagógicos e epistemológicos pretendidos. É necessário que os alunos tenham estudado os textos anteriores e realizado as atividades propostas, para que esse teatro possa ser proveitoso. Ele pode ser apresentado no final do curso, antes do festiva cultural, ou antes do episódio 3 com a finalidade de despertar o interesse pelo episódio de Fresnel.

Personagens:

Aluna 1: vai levantar dúvidas, formular questões, criar polêmicas.

Narrador 1 e narrador 2: vão “responder” às questões ou colocá-las na perspectiva histórica.

“Explicadora”: entra algumas vezes explicando comentários de Arago e Fresnel.

Laplace

Young

Aluno 2

Aluno 3

Arago

Fresnel

O “Sol”: pessoa vestida de amarelo.

A “Terra”: pessoa vestida de azul e um pouco de marrom.

Cenário e figurino:

A peça pode ser apresentada na sala de aula ou em algum outro local adequado que a escola possua. Verificar disponibilidade dos alunos e da escola para utilizar efeitos sonoros e visuais. O cenário e o figurino devem ficar por conta dos alunos, deixando-os exercitar a criatividade. Eles podem utilizar recursos materiais, como cartazes identificando os personagens, imagens em multimídia ou a representação dos sistemas geocêntrico e heliocêntrico. Seria interessante ter um breve filme no início mostrando o céu à noite, a Via Láctea, ou cenas semelhantes. O professor pode estimulá-los a criar situações que interajam com a peça, desde que as falas não sejam alteradas, nem o conteúdo modificado. Por exemplo, na escola onde foi aplicado o curso piloto, os alunos criaram uma situação inicial em que estavam em uma aula de física. Uma das alunas dormia e a peça retratava o conteúdo do seu sonho.

* * *

Cena I

Inicialmente o “palco” está vazio e a aluna 1 entra do lado direito, vai caminhando enquanto fala até chegar do outro lado (esquerdo).

Aluna 1: Eu sempre fico pensando como o Universo é misterioso. Olhando esse céu, a Lua, as estrelas... *(pausa, olhando ao redor)*... Como vemos o mundo? *(pausa)* O que acontece nos olhos que nos permite ver as estrelas? *(pausa)* Como percebemos as cores dos objetos? *(pausa)* E os povos antigos... como será que eles explicavam essas coisas? *(pausa)* A luz das estrelas... o movimento do Sol. *(pausa maior)* Por que o Sol se levanta e se põe a cada dia?

Surgem do lado esquerdo os narradores.

Narrador 1: Desde épocas muito antigas os homens se encantavam com os fenômenos naturais e buscavam explicações para eles. Os povos antigos acreditavam que os deuses eram responsáveis por tudo que acontecia na Terra, e cada povo elaborava seus próprios mitos para contar a história do Universo e explicar como ele funcionava.

Narrador 2: A religião e a mitologia eram as formas de conhecimento que os homens da Antigüidade utilizavam para explicar os fenômenos naturais. Até que, em torno do quinto século a. C., surgiu a filosofia na Grécia, que buscava explicar a natureza pelo pensamento e pelo raciocínio.

Aluna 1: Ah!!! Então quer dizer que os filósofos gregos dessa época queriam explicar a natureza sem recorrer aos deuses ou a outros seres sobrenaturais?

Narrador 1: A religião, a filosofia e a ciência procuram atingir a verdade por caminhos diferentes.

Narrador 2: Na Antigüidade grega, na época em que viveram Tales, Anaximandro e Empédocles, os filósofos passaram a estudar da natureza usando o pensamento e o raciocínio, buscando explicações que não dependiam da ação de divindades ou de outros seres mitológicos.

Narrador 1: Depois (*pausa. Fazer pequenos círculos com a mão indicando muuuuuuito tempo*), com o passar do tempo, (*pausa*) pouco a pouco foi se desenvolvendo outra maneira de tentar entender a natureza: pela ciência.

Narrador 2: O modo de estudar os fenômenos naturais mudou bastante ao longo da história da humanidade, e mudou não apenas ao longo do tempo, mas de um povo para outro, de cultura para cultura. (*pausa*) A humanidade construiu uma ciência viva, dinâmica, que se transformou ao longo de sua história.

Aluna 1: Mas vocês ainda não responderam a minhas perguntas sobre o movimento do céu. Como os antigos explicavam o movimento do Sol pelo céu ao longo do dia?

Entram o Sol e a Terra num movimento confuso.

Narrador 1: Até o século XVII não havia exatamente um consenso sobre isso. A maioria dos filósofos naturais aceitava o geocentrismo proposto por Aristóteles, um dos filósofos gregos da Antiguidade.

Narrador 2: A Terra estaria parada no centro do Universo e os demais corpos celestes girariam ao seu redor.

A Terra pára no centro e o Sol gira ao redor. Narrador espera o movimento se completar e volta a explicar.

Narrador 1: Quase ninguém aceitava o heliocentrismo, teoria proposta por Aristarco, outro filósofo grego da mesma época. Ele defendia que o Sol estaria parado no centro do Universo e quem girava ao seu redor era a Terra e tudo o mais.

O Sol vai para o centro e a Terra começa a girar ao redor.

Aluna 1: Mas hoje todo mundo sabe que o Sol está no centro e a Terra é que gira ao seu redor. Quando isso mudou?

Narrador 2: Do final do século XVI até o início do século XVII a visão geocêntrica de mundo foi sendo **mais** questionada por alguns pensadores, por exemplo, por Giordano Bruno e por Galileu Galilei.

Narrador 1: Desde o início do século XVII, com o modelo heliocêntrico de Copérnico, até a teoria da gravitação universal de Newton, diversos filósofos naturais contribuíram para o abandono do geocentrismo.

Aluna 1: Mas (*pausa*) e a luz do Sol? (*pausa*) Como ela chega à Terra?

Saem Sol e Terra. Recurso visual com o Sol e a luz.

CENA II

Ficam no palco Aluna 1 e Narradores. Eles se movimentam pelo palco enquanto conversam.

Narrador 1: Ao longo da história da ciência essa pergunta foi respondida de muitas formas diferentes. (*pausa*) Por exemplo, no final do século XVII havia os que achavam que a luz era

composta por minúsculos corpúsculos que se deslocavam pelo espaço vazio, como o inglês Isaac Newton, por exemplo.

Narrador 2: Já o holandês Christiaan Huygens, na mesma época, achava que o Universo era preenchido pelo éter e a luz era uma perturbação que se propagava nesse éter.

Aluna 1: Éter? O que é éter?

Narrador 1: A idéia de éter mudou também ao longo da história, tanto de um período para outro, como entre os diversos pensadores.

Narrador 2: Seria um tipo de matéria muito sutil, algo que não vemos, não sentimos, mas que preenche todo o espaço vazio do Universo.

Narrador 1: A existência do éter explicou muitos fenômenos físicos ao longo da nossa história.

Aluna 1: Mas afinal, *(pausa)* sobre a luz, *(pausa)* quem tinha razão, Newton ou Huygens?

Entra Laplace e sai narrador.

Laplace: Newton é claro!

Aluna 1: Quem é você?

Laplace: Ora, sou Simon Laplace, filósofo e matemático francês. *(Faz uma pequena pausa)*. Eu e meus contemporâneos achamos o Isaac Newton o máximo, você o conhece, é claro, ele é o autor dos *Princípios matemáticos da filosofia natural* e da *Óptica*.

Aluna 1: É... já ouvi falar... dois livros muito importantes!

Laplace: Claro! Se Newton diz que a luz é composta por corpúsculos, então, é assim que é! Ele é o cara! Só tem um ou outro por aí que acha que o Huygens tinha razão... A luz, um pulso? Uma perturbação no éter? Ora... imagina!

Aluna 1: Newton não acreditava no éter?

Laplace: Claro que acreditava! Mas o éter não interferia na propagação da luz do Sol até a Terra. Era uma matéria muito sutil, imponderável. Não conseguimos senti-la nem medi-la.

Aluna 1: Hum..... não atrapalhava a propagação da luz!

Laplace: Para Newton o éter não oferecia resistência aos corpúsculos da luz e eles viajavam muito rápido... Foi assim que nos ensinou o grande Newton. Sendo assim, minha cara, a luz é composta de minúsculos corpúsculos que viajam rapidamente através do éter no espaço.

Aluna 1: Mas, se a luz é composta de partículas, as leis de Newton que estudamos, tipo inércia, força proporcional à aceleração e à massa do corpo, isso vale pra a luz?

Laplace: Claro! Você entendeu!!!! A luz obedece a todas as leis da mecânica de acordo com o que propôs Newton e seus seguidores, os newtonianos...

Entra Thomas Young andando rápido e esbravejando.

Young: Calma aí, Laplace.... você já "ta" ficando gagá. Aliás, você já morreu e se esqueceu de deitar! Minha jovem, esse senhor é um desses fanáticos... Como a maioria do pessoal do século XVIII que nem conseguia mais pensar pela própria cabeça... Ficaram tão impressionados com a doutrina newtoniana que a abraçaram cegamente. O pior é que eles dominaram o cenário científico da época.

Aluna 1: Mas, e você, quem é você?

Young: Eu sou Thomas Young, médico, físico e linguísta inglês. Vou contar meu ponto de vista, e você decide quem tem razão, ok?

Enquanto Young fala da sua hipótese, Laplace continua falando sozinho, baixinho e vai saindo do palco.

Entra Arago pelo outro lado do palco e fica quieto num canto observando.

Young: Existe um éter luminoso que está completamente fixo no espaço. Ele é feito de uma matéria tão sutil, que penetra a substância de todo corpo material com pouca ou nenhuma resistência, talvez tão livre quanto o vento que passa através de um bosque. Assim, a Terra, os planetas, tudo se movimenta nesse éter sem resistência.

Aluna 1: Mas e a luz? O que o éter tem com a luz?

Young: Tudo, minha cara, tudo! Ele é o suporte para a luz, ele é o lugar por onde as ondas caminham. Essas ondas são as perturbações que se propagam nesse éter. Essas ondas são... a luz!

Aluna 1: Nossa!

Young: *(vai falando devagar, explicando)* Quando você joga uma pedra na água, não se formam ondas na superfície da água? Então, sem água não há ondas, sem o éter, como as ondas poderiam existir? Como o "nada" poderia ondular? Como a luz do Sol viria até nós?

Aluna 1: Bem, não sei... *(pausa, pensando....)* talvez se fossem corpúsculos, como eles dizem...

Entram Narradores e ficam observando o diálogo dos dois.

Young: *(enfático e um pouco exaltado)* Mas não são, não são! *(Respira... vai ficando mais calmo e falando pausadamente).* Veja, você já ouviu falar em fenômenos luminosos como a interferência? Como eles poderiam ser explicados se a luz fosse feita de corpúsculos?

Aluna 1: Hum... não sei...*(pausa)* preciso pensar mais sobre isso...

Narrador 1: É importante lembrar que Thomas Young está explicando sua teoria da luz. Ela não era consenso entre os cientistas da época.

Narrador 2: Nem isso significa que a teoria dele esteja de acordo com as teorias que aceitamos atualmente.

Young: Venha, minha cara, eu vou te mostrar esses fenômenos ópticos de que te falei e explicar melhor minhas idéias...

Young coloca as mãos no ombro da aluna 1 e eles saem do palco.

CENA III

Dois alunos que estavam sentados na primeira fila assistindo à peça se levantam e começam a conversar. Arago continua pensativo parado num canto.

Aluno2: Papo maluco esse aí, heim, “bro”? Vem cá, você entendeu alguma coisa?

Aluno 3: É... Não!

Aluno2: Essa história de corpúsculos e ondas...

Aluno3: Bom, entendi que uns caras achavam que a luz era feita de corpúsculos e outros caras achavam que era um pulso, uma perturbação, ou uma onda, sei lá... no tal de éter...(risos) papo de maluco “véio”...

Aluno 2: E eu que pensava que o éter era aquele líquido lá do laboratório de química!

Aluno 3: Claro que não, meu, se manca aí, ô! Era uma coisa mais leve que tudo, que não dá pra pegar, nem beber, nem sentir... um ar que não é ar, um lance meio assim...

Aluno 2: Olha lá aquele cara, vamos perguntar pra ele sobre essa briga aí das teorias.

Aluno 3: Tio?!

Arago: Tio?..... (olhando assustado) Vem cá,... eu te conheço?

Aluno 2: Explica pra gente esse lance de ondas no éter. A gente passa pelo éter e não sente nada?

Arago: Bem, primeiro você precisa entender que estamos falando de como os cientistas pensavam sobre isso no início do século XIX, o período em que vivi. Eu posso falar desse período ou mesmo de algumas idéias que vieram antes de mim, mas não posso saber como as pessoas da sua época pensam sobre isso. Ficou claro?

Aluno 3: Mais ou menos... quer dizer... mas a ciência não é algo eterno? Isso que vocês provaram na sua época não vai valer pra sempre?

Arago: Não é bem assim. Nós, cientistas, elaboramos modelos e teorias pra tentar explicar a natureza.

Aluno 2: Modelos e teorias?

Arago: Sim. Alguns deles conseguem ótimos resultados e permanecem aceitos por muito tempo.

Aluno 3: E os outros?

Arago: Outros são aceitos pela comunidade por certo tempo, até que uma nova teoria consiga derrubá-los. Eu mesmo presenciei uma importante mudança na teoria da luz.

Aluno 2: Foi por causa dessa briga que eles estavam falando?

Arago: Não é bem uma briga, é uma disputa entre grupos que defendem teorias rivais. Cada um acha que sua teoria explica melhor os fenômenos naturais, que ela está mais bem fundamentada, essas coisas...

Congela a cena e entra a “explicadora”.

Explicadora: Por exemplo: durante muitos séculos a maioria das pessoas acreditava no geocentrismo. Somente depois do século dezessete que todos passaram a aceitar a teoria heliocêntrica!

Sai a explicadora e a conversa continua.

Arago: Cada grupo procura mostrar evidências que comprovem suas idéias e mostrem falhas na teoria do outro grupo. Isso é muito bom, pois estimula o avanço científico.

Aluno 3: É... parece importante... com mais pessoas vigiando, fica mais fácil encontrar os erros.

Entra o narrador 1 e fala pra platéia sem interferir no diálogo.

Narrador 1: Como já dizia o grande Nelson Rodrigues: “Toda unanimidade é burra”...

Sai o narrador 1.

Arago: Sim, quando uma teoria é aceita por todos, é mais fácil que os erros passem despercebidos...

Aluno 3: Mas e o éter? Todo mundo acreditava no éter? Isso não é estranho? Como alguém pode acreditar numa coisa que não vê, não sente, não mede?

Arago: Bem, isso não é muito simples de explicar, mas podemos pensar no seguinte: a ciência constrói hipóteses.

Aluno 2: o que são hipóteses?

Arago: São suposições que tentam explicar como as coisas acontecem. Os cientistas elaboram modelos, teorias pra explicar como alguns fenômenos ocorrem. Muitas vezes é necessário usar entes não observáveis pra construir essas hipóteses, como no caso do éter.

Aluno 3: O que são entes não observáveis?

(Arago explica bem devagar)

Arago: É como se fossem coisas que não podemos perceber que existem pelos sentidos, mas são úteis para a ciência. Vários fenômenos foram explicados ao longo da história da ciência supondo a existência do éter. A ciência **NÃO** parte apenas de dados experimentais, **NÃO** parte apenas de observações para depois elaborar leis que expliquem esses fenômenos.

A cena congela e entra a explicadora:

Explicadora: Se não podemos observar, não podemos provar que existe, mas também não podemos provar que NÃO EXISTE!

Sai a explicadora e a conversa continua.

Arago: Utilizar o éter em algumas épocas ajudou a ciência a explicar coisas que não eram possíveis de serem explicadas usando apenas o que se observava.

Aluno 2: Mas e a mudança na teoria da luz que você ‘tava falando?

Arago: Bem, é o seguinte: nos anos de 1806 e 1810 eu andei realizando umas experiências, mas o resultado não deu o que eu esperava. Eu acreditava que a luz era composta de corpúsculos, e um dos objetivos das minhas experiências era resolver uns problemas que a teoria corpuscular enfrentava na época. Porém eu não consegui explicar por que o resultado da experiência não deu o esperado.

Aluno 3: Então você passou a acreditar na teoria ondulatória?

Arago: As coisas não são tão simples assim. A teoria ondulatória também tinha seus problemas. Mas, sem dúvida, esse fracasso na explicação dos meus experimentos contribuiu para aumentar minhas dúvidas com relação à teoria corpuscular.

Aluno 2: E depois, como você resolveu isso?

Arago: Não fui eu quem resolveu. Foi Fresnel, um engenheiro francês. Ele foi o vencedor do concurso proposto pela Academia de Ciências da França em 1817. *(pausa)* Essa é uma história muito interessante... *(pausa)* O concurso era para o melhor trabalho sobre o fenômeno da difração. Faziam parte da comissão julgadora Laplace, Poisson e Biot, todos defensores da teoria corpuscular, mas o trabalho de Fresnel defendendo a teoria ondulatória foi tão surpreendente que todos decidiram conceder-lhe o prêmio, em 1818.

Aluno 2: “Peráí”.... o cara fez um trabalho sobre a difração que defendia a teoria ondulatória?

Arago: Sim.

Aluno 3: E os caras que julgavam o concurso acreditavam na teoria corpuscular?

Arago: Sim.

Aluno 3: E mesmo assim ele ganhou o prêmio?!

Aluno 2: Pô, meu, o cara era bom mesmo...

Arago: Eu não entendo bem o seu dialeto, mas acho que é isso, o trabalho era tão bom que nós lhe concedemos o prêmio.

Entra Fresnel falando e se apresenta aos alunos.

Fresnel: Verdadeiros cavalheiros, amantes do conhecimento, nada fariam para atrapalhar o desenvolvimento da ciência. Muito prazer, eu sou Augustin Fresnel.

Aluno 2: Aí... “Mandô” bem, mano!

Fresnel: Depois do resultado do concurso, o sr. Arago (*Fresnel aponta para Arago*) consultou-me sobre os resultados dos experimentos que ele não conseguia explicar. Foi uma oportunidade muito boa para que eu pudesse apresentar a minha teoria.

Arago: Sim, Fresnel não apenas explicou o resultado do meu experimento, como apresentou uma teoria sobre a relação entre os corpos transparentes e o éter luminífero, lançando as bases para uma óptica dos corpos em movimento.

Aluno 2: Como é que é???!?

Fresnel: É muito simples, meu caro: o éter preenche todos os espaços aparentemente vazios do Universo, e nessas regiões ele está em repouso. Ele geralmente não seria movido pelos corpos que se deslocam através dele, como a Terra. Nas regiões sem matéria, a luz se propagaria sob a forma de ondas nesse éter parado. No entanto, se a luz é uma onda no éter, e se a velocidade da luz é menor dentro dos corpos transparentes (como admitido pelos defensores da teoria ondulatória), então o éter dentro dos corpos transparentes não pode ter as mesmas propriedades que possui fora deles. Aí...

Aluno 2: Péra, péra, péra... tá maluco, cara? Fala isso em língua de gente, meu!

Fresnel: Como?

(Arago fica admirando Fresnel falar).

Arago: Fresnel, meu amigo, conte-me sobre o arrastamento do éter novamente... que fascinante sua teoria...

Fresnel e Arago vão saindo juntos e falando sobre a teoria. Os dois alunos ficam no palco.

CENA VI

Aluno 2: Você viu? O cara “ta” doidão, aí...

Aluno3: Nem “veio”, é que a gente ainda não entende essas paradas.

Saem os dois alunos e entra o narrador.

Narrador 1: Com os trabalhos de Fresnel, a aceitação da teoria ondulatória foi aumentando entre os homens da ciência. Na década de 1830, praticamente todos já tinham passado a aceitar a teoria ondulatória. Um fato muito interessante nesse episódio é o papel desempenhado pelo éter luminoso. Quando os cientistas passaram a aceitar que a luz era uma onda, automaticamente, eles precisavam lidar com o éter: fluido que preencheria todo o espaço. Uma onda, ou a propagação de uma perturbação, exige um meio material para se propagar. Como alguém poderia pensar em uma onda se propagando no nada? As idéias de campo que aceitamos atualmente não eram nem sequer imaginadas naquele período. Mas quem tem razão? Os homens do século XIX, que acreditavam no éter luminífero como um veículo para luz, ou os homens do século XX, que a explicam recorrendo ao conceito de campo? Sem contar que nem falamos na dualidade da luz...

E você, o que acha? Existe só uma resposta pra essa questão?

FIM

Questões

(só serão entregues aos alunos depois da representação)

- 1) O que você achou da representação?
- 2) Explique com suas palavras o que você entendeu sobre o conceito de éter luminífero ou luminoso.
- 3) Você acha que o critério que os pensadores utilizam para escolher entre as melhores teorias foi sempre igual ao longo da história da ciência? Explique citando exemplos.
- 4) Você consegue imaginar algumas razões que levam os homens da ciência a escolher uma teoria como a melhor? Justifique seu ponto de vista.
- 5) Qual a principal mensagem que a peça deixa sobre alguns aspectos do funcionamento da ciência?