

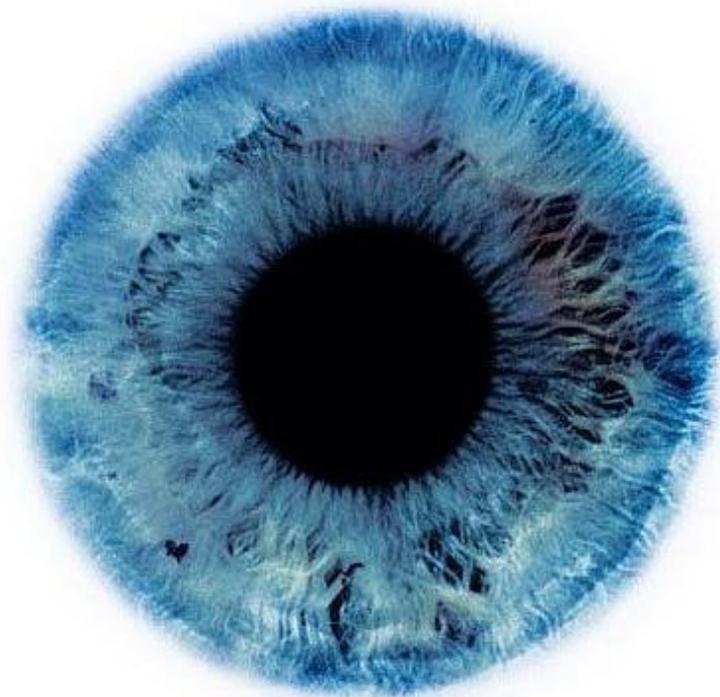
INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

MATERIAL DO PROFESSOR

9º ANO

Ensino Fundamental II

**JOGO DA EVOLUÇÃO**  
**OS FATORES FÍSICOS E BIOLÓGICOS**  
**DA EVOLUÇÃO DO OLHO HUMANO**



Cibele Kemeicik da Silva Machado

Cariacica, 2021

## Ao professor

Caros professores, este material é um apoio para a aplicação da sequência didática referente ao tema JOGO DA EVOLUÇÃO - Fatores Físicos e Biológicos da Evolução do Olho Humano.

A sequência didática aplicada neste trabalho está ancorada nas metodologias da sala de aula invertida, do ensino sob medida e da gamificação, além da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Neste material você encontrará as informações necessárias para a aplicação da sequência didática (SD), com sugestão de ambiente virtual, vídeos, questionários e experimentos realizados em sala de aula, os quais facilitarão aos alunos a compreensão e entendimento dos conteúdos propostos.

Com a proposta da sala de aula invertida, o aluno vem para a escola com tema proposto já estudado em casa, permitindo ao professor utilizar o encontro presencial para tirar dúvidas, fazer experimentos e se aprofundar no conteúdo abordado. O ensino sob medida permite ao professor conhecer as dúvidas dos alunos e analisá-las a partir da aplicação de questionários que abordem o tema estudado em casa e, assim, formatar sua aula com base nas dificuldades apresentadas pelo aluno. A gamificação traz para o ambiente escolar a dinâmica dos jogos, estimulando o aluno na aprendizagem pela competição, fator coadjuvante em nosso processo de desenvolvimento.

Para que a utilização desses modelos de ensino híbrido seja satisfatória, o professor deverá realizar um bom planejamento das atividades, disponibilizar diversos materiais, como vídeos, textos, apresentações, bem como um ambiente virtual adequado para que o aluno possa interagir quantas vezes quiser com a temática proposta.

No decorrer da Sequência Didática - SD, é proposta a realização de um jogo abordando a temática da Evolução do Olho Humano, ponto chave no entendimento das mudanças ocorridas no decorrer do processo de desenvolvimento desse órgão da visão até o estágio atual em que se encontra.

Essa sequência foi proposta com uma duração de 17 aulas, em 12 momentos presenciais, com duração de 1 hora cada, e 5 momentos virtuais. Porém, essa sequência pode ser adaptada às necessidades de cada professor. Lembramos que,

### OS FATORES FÍSICOS E BIOLÓGICOS DA EVOLUÇÃO DO OLHO HUMANO

em vários momentos da sequência, foram realizadas conexões do ensino de Física com o ensino da Biologia, uma vez que, para alunos do 9º ano do ensino fundamental, ambas são trabalhadas na disciplina de Ciências.

Esperamos que este material possa ser utilizado no universo das escolas de ensino fundamental, e que sua aplicação contribua para despertar o interesse dos alunos pelo ensino de Física, melhorando a qualidade da aprendizagem.

## SUMÁRIO

<b>OBJETIVO</b> .....	<b>5</b>
<b>METODOLOGIAS ATIVAS</b> .....	<b>6</b>
SALA DE AULA INVERTIDA .....	6
ENSINO SOB MEDIDA .....	6
GAMIFICAÇÃO .....	7
<b>APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA</b> .....	<b>7</b>
<b>PLATAFORMA VIRTUAL</b> .....	<b>8</b>
<b>DETALHAMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA</b> .....	<b>9</b>
1ª AULA (Presencial) – MOTIVAÇÃO E AMBIENTAÇÃO COM A SALA DE AULA ON-LINE .....	9
2ª AULA (Presencial) – PRÉ-TESTE .....	10
3ª AULA (Sala de aula virtual) – ESPECTRO VISÍVEL .....	11
4ª AULA (Presencial) – ESPECTRO VISÍVEL .....	12
5ª AULA (Sala de aula virtual) – O FUNCIONAMENTO DO OLHO HUMANO .....	15
6ª AULA (Presencial) – O FUNCIONAMENTO DO OLHO HUMANO – Parte I .....	16
7ª AULA (Presencial) – FUNCIONAMENTO DO OLHO HUMANO – Parte II .....	17
8ª AULA (Sala de aula virtual) – A EVOLUÇÃO .....	18
9ª AULA (Presencial) – CHARLES DARWIN .....	18
10ª AULA (Presencial) – JOGO DA EVOLUÇÃO .....	19
11ª AULA (Sala de aula virtual) – CONCLUSÃO DO JOGO E PROBLEMAS DA VISÃO .....	26
12ª AULA (Presencial) – PROBLEMAS DA VISÃO – Parte I .....	27
13ª AULA (Presencial) – PROBLEMAS DA VISÃO – Parte II .....	31
14ª AULA (Presencial) – CONSTRUÇÃO DO ESPECTROSCÓPIO .....	31
15ª AULA (Sala de aula virtual) – CONCLUINDO A SEQUÊNCIA .....	32
16ª AULA (Presencial) – AULA FINAL .....	32
17ª AULA (Presencial) – APLICAÇÃO DO PÓS-TESTE .....	33
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>34</b>

## Objetivo

Pensando em dinamizar as aulas de Ciências, aproximar a tecnologia do ambiente escolar e relacionar os conceitos físicos e biológicos, propusemos uma sequência didática baseada na aprendizagem significativa de David Ausubel, utilizando as metodologias ativas da sala de aula invertida, do ensino sob medida e da gamificação.

Com a utilização de um ambiente virtual de aprendizagem, as aulas propriamente ditas se tornam mais dinâmicas, propiciando mais tempo e sua melhor distribuição nas aulas presenciais para sanar dúvidas dos alunos, detectadas nas respostas aos questionários aplicados virtualmente, apresentar experimentos, aplicar testes e fazer demonstrações, pois os alunos já estudaram previamente o conteúdo que será apresentado.

Ao longo da sequência apresentada, mostraremos a estrutura das aulas presenciais e on-line, os experimentos que foram realizados, os materiais utilizados e como utilizá-los, a fim de minimizar as dúvidas dos professores na hora da aplicação da sequência didática.

## Metodologias Ativas

As metodologias ativas são métodos educativos que proporcionam o protagonismo do aluno, em que o professor deixa de ser um transmissor para ser um mediador do conhecimento. Com essa finalidade, o professor modifica sua metodologia, reduzindo as aulas expositivas, possibilitando a participação ativa do aluno e proporcionando uma maior interação com o educando.

Existem várias estratégias de ensino que são consideradas como metodologias ativas. Neste produto educacional, são propostos 3 métodos ativos, a sala de aula invertida, o ensino sob medida e a gamificação.

### SALA DE AULA INVERTIDA

Na sala de aula invertida (SAI), também conhecida como Flipped Classroom (FC), os alunos estudam em casa e tiram suas dúvidas, realizam atividades, trabalhos, experimentos, dentre outros, na aula presencial. A ideia central é fazer em casa o que seria feito em sala, e em sala, o que seria realizado em casa, para que o aluno compareça à escola com o conhecimento básico sobre os temas a serem abordados na sala de aula. Segundo a organização Flipped Learning Network (FNL, 2014),

a aprendizagem invertida é entendida como uma abordagem pedagógica na qual a aula expositiva passa da dimensão da aprendizagem grupal para a dimensão da aprendizagem individual, transformando-se o espaço em sala de aula restante em um ambiente de aprendizagem dinâmico e interativo, no qual o facilitador guia os estudantes na aplicação dos conceitos.

A FC pode ser considerada como uma ferramenta utilizada por professores tradicionais com o intuito de engajar seus alunos no processo do ensino-aprendizagem com o objetivo de potencializar seu aprendizado.

Nesse método, a transmissão do conhecimento ocorre fora da sala de aula, e a assimilação, momento em que mais aparecem dúvidas, ocorre no momento presencial, tempo utilizado pelo professor para consolidar o conhecimento, orientar o aluno, tirar suas dúvidas e apoiá-lo em seu aprendizado.

### ENSINO SOB MEDIDA

O ensino sob medida “consiste em ajustar as aulas a necessidade dos alunos, diagnosticadas por meio de leitura as respostas dos alunos, sobre determinado conteúdo um pouco antes da aula”. (Novak et al, 1999)

A proposta dessa estratégia é disponibilizar, antecipadamente, questionários para que os alunos respondam e enviem para o professor antes da aula presencial, com o objetivo de avaliar o conhecimento prévio do aluno sobre a matéria e levantar subsídios para o planejamento das atividades que serão desenvolvidas e aplicadas nos encontros presenciais.

O ensino sob medida também é conhecido por Just-in-Time Teaching (JiTt) e tem 3 objetivos principais, maximizar o tempo das aulas presenciais, estruturar o tempo fora do ambiente escolar, proporcionando benefícios ao estudante motivando a buscar o conhecimento, aprendendo a aprender, e estimulando-o ao trabalho em equipe, pois na sala de aula as atividades utilizadas são diferenciadas e em grupo.

### GAMIFICAÇÃO

A gamificação é a metodologia ativa que compreende a aplicação de elementos de jogos em atividades de não jogos.

A utilização de jogos tradicionais ou eletrônicos no ambiente educacional desperta o interesse dos alunos, promove sua autonomia, tornando-os protagonistas de sua aprendizagem. Por outro lado, o professor sai da posição de detentor do conhecimento e passa a ser um guia para o aluno.

Com a autonomia promovida, diversas habilidades são estimuladas, o aluno se esforça para agir, pensar e se posicionar, com o objetivo de superar obstáculos para vencer o jogo. Essa superação resulta na aquisição do conhecimento. Segundo Viegas (2018) “tornar o processo de aprendizagem mais atrativo valendo-se de comportamentos naturais do ser humano como competitividade, socialização, busca por recompensa e prazer pela superação”, enriquece o processo de ensino aprendizagem.

A gamificação traz o lúdico para um ambiente educacional formal e maximiza os benefícios trazidos.

## Aprendizagem Significativa

A aprendizagem significativa, proposta por David Ausubel, é uma teoria voltada ao ensino e aprendizagem, sendo uma das mais completas para uso em sala de aula.

Essa teoria explica como ocorre a relação entre a aprendizagem e a estrutura cognitiva referente ao conhecimento na mente humana.

Moreira (2014, pág. 161), citando Ausubel, entende que “aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo”. Ou seja, para que uma aprendizagem seja realmente significativa o que mais importa são os conhecimentos prévios, também chamados de subsunçores, que servem como pontos de ancoragem para que os novos saberes sejam adquiridos de forma organizada.

Quando pensamos na aprendizagem significativa no cotidiano escolar, devemos ter a compreensão que a aprendizagem é do aluno, com o aluno e para o aluno, e a escola tem a função de gerenciá-la de maneira individualizada, com o intuito de fazer os alunos caminharem sempre motivados. Os alunos não chegam na escola vazios de conhecimento, eles trazem experiências do cotidiano. Ao professor cabe conhecer as concepções que os alunos trazem para o ambiente escolar, lançando mão de algumas técnicas para alcançar esse fim, tais como o diálogo e os pré-testes. Quando conhecemos esses subsunçores, conseguimos dar um sentido para aquilo que está sendo ensinado.

## Plataforma Virtual

Hoje encontramos uma infinidade de plataformas que oferecem salas de aula virtual, cada uma com suas especificidades, algumas pagas, outras gratuitas, mas com recursos limitados. Cabe ao professor analisá-las e escolher aquela que melhor se adapta às suas necessidades.

Para este produto, a plataforma escolhida foi a Sílabo, que consiste em uma sala de aula online, onde todo o conteúdo disponibilizado para o aluno é de responsabilidade do professor. Nesta plataforma, visando o estudo dos alunos, o educador pode sugerir e disponibilizar vídeos, textos, apresentações, além de questionários para fixação de conteúdos e, através da análise das respostas, ter o feedback para subsidiar a montagem da aula na metodologia do ensino sob-medida.

Com a utilização de salas de aula on-line, o professor economiza tempo nas aulas presenciais, pois pode criar aulas com conteúdos extensos e disponibilizá-los para

os alunos na sala de aula virtual, bem como corrigir atividades e dar notas na mesma. Desta maneira resta mais tempo para atividades diversificadas que serão trabalhadas na sala de aula presencial, tornando as aulas mais dinâmicas e atrativas para os educandos.

## **Detalhamento da Sequência Didática**

A sequência didática foi pensada para 11 aulas presenciais e 5 aulas on-line, disponibilizadas no ambiente virtual Silabe<sup>1</sup>, mas o professor pode optar por outro ambiente virtual que melhor se adapte às suas necessidades e ao seu formato de aula. As aulas foram desde a explicação inicial de como utilizar a plataforma e aplicação do pré-teste, como elementos que subsidiaram a análise dos subsunçores presentes nos alunos, até a finalização, com a aplicação do pós-teste e verificação da potencialidade da aplicação da sequência. Cada aula, presencial ou virtual, será detalhada neste material, na tentativa de sanar todas as dúvidas que possam ser suscitadas.

### **1ª Aula (presencial) – Motivação e Ambientação com a Sala de Aula On-line**

A primeira aula foi disponibilizada para a apresentação tanto do funcionamento das metodologias ativas, presentes no decorrer desta sequência, quanto da plataforma digital.

Quando os métodos da sala de aula invertida, do ensino sob medida e da gamificação são utilizados pela primeira vez nas turmas, faz-se necessário uma motivação inicial para que todos os alunos aceitem a proposta e a sequência se torne realmente válida, pois invertendo a sala de aula os alunos passam a ter um papel ativo em sua aprendizagem.

A colaboração dos alunos também é essencial para que o ensino sob medida seja aplicado. Se não contarmos com a sua participação no respondimento dos

---

<sup>1</sup> Disponível em [www.Silabe.com.br](http://www.Silabe.com.br)

questionários online, o professor não terá subsídios para planejar a aula, que deve se basear nas dúvidas específicas dos alunos, podendo contribuir para um retorno ao modelo de aula tradicional.

A gamificação é a metodologia mais facilmente aceita pelos alunos, dado que a maioria utiliza jogos em seu cotidiano e gostam de competir entre si. Quando essa técnica é trazida para a sala de aula, os alunos, geralmente, se dedicam e se empenham ao máximo para conseguir atingir todas as metas propostas.

Após a motivação, também é necessário apresentar a plataforma virtual, onde o material referente às aulas será disponibilizado. Essa etapa deve ser previamente planejada, uma vez que o professor deverá cadastrar cada aluno e gerar uma senha pessoal de acesso à plataforma.

Para o uso da sala de aula on-line, sugerimos que o professor crie, ao fazer o cadastro das turmas, um aluno fictício e demonstre em sala de aula os passos que os alunos devem seguir para cumprir as tarefas propostas. Após essa apresentação, devem ser disponibilizados os logins e senhas de acesso ao ambiente virtual.

É interessante que os pais sejam informados dessas atividades on-line que serão desenvolvidas pelos professores e autorizem previamente a participação do seu filho-aluno na sala de aula invertida.

## 2ª Aula (Presencial) – Pré-Teste

A segunda aula presencial proposta é a da aplicação do pré-teste. Com as informações obtidas, o professor poderá analisar o nível de conhecimento dos seus alunos e os subsunçores presentes, além de detectar as concepções alternativas e as deficiências na aprendizagem.

Na interpretação de Ausubel, essas concepções (subsunçores) constituem-se como conceitos relevantes na estrutura cognitiva do sujeito aprendiz e devem servir de ancoragem para o desenvolvimento de novos conceitos.

Ao final da sequência didática, o pré-teste deve ser comparado com o pós-teste para avaliar se o objetivo proposto foi atingido e se a sequência foi potencialmente significativa, como sugere Ausubel.

A seguir disponibilizamos uma situação problema e as questões propostas no pré-teste.

Situação Problema:

**“Imagine que você tivesse que explicar o que é a luz para algum ser que vivesse no fundo do oceano em um “mundo sem luz”.**

Questões Propostas:

- 1- Seria possível explicar o que são as cores para este indivíduo?
- 2- Por que temos dificuldades para enxergar em ambientes pouco iluminados?
- 3- Qual a influência da luz em nossa percepção das cores?
- 4- Por que as pessoas usam óculos?
- 5- Todos os óculos têm o mesmo tipo de lente?

Após a aplicação do pré-teste, o professor deve fazer uma breve explanação sobre o que é a óptica geométrica e qual a importância do seu estudo. Alguns pontos que podem ser apresentados são as descobertas relacionadas à óptica, desde a antiguidade, na Grécia, passando pela idade antiga, com Galileu Galilei, Descartes, entre outros.

Antes do término da aula, o professor deverá avisar aos alunos que a primeira aula estará disponível na plataforma, no ambiente virtual.

### 3ª aula (Sala de aula virtual) – Espectro Visível

Na primeira aula virtual, será proposto aos alunos que assistam o vídeo “A água não é transparente”<sup>2</sup>, abordando os temas relacionados ao espalhamento de Rayleigh, penetração dos raios de luz na água, espectro visível, entre outros. Esse material subsidiará os alunos nas respostas às seguintes questões:

- 1- O que é espectro eletromagnético?
- 2- Qual a relação do espectro visível com a água?
- 3- A água é ou não é transparente?
- 4- O que significa dizer que a água é opaca para certas frequências?
- 5- O céu e o oceano têm a mesma cor e pelo mesmo motivo? Justifique.

---

<sup>2</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=9WAFNdM79Ao>

6- O espectro visível tem alguma relação com o desenvolvimento dos olhos?

Outro vídeo disponibilizado, intitulado “Quer que desenhe? Espectro eletromagnético”<sup>3</sup>, trata com mais profundidade das características do espectro eletromagnético.

Como atividade extra, pode ser proposto aos alunos que assistam ao documentário “A evolução dos olhos”<sup>4</sup>. Esse documentário possibilita um aumento do nível de conhecimento relacionado à óptica e à evolução dos olhos, pois apresenta várias adaptações que os seres vivos sofreram para melhorar sua capacidade visual.

## 4ª Aula (presencial) – Espectro Visível

Nesse momento, o professor já deve ter analisado todas as respostas dos alunos às questões propostas na primeira aula do ambiente virtual e, assim, poderá planejá-lo, direcionar os conteúdos e a forma que serão abordados.

Algumas sugestões de tópicos que podem vir a serem trabalhados são:

- Evolução dos seres relacionando-a com o espectro visível;
- Região do espectro visível;
- Velocidade x meio;
- Propriedades da luz;

Após esse primeiro momento, sugerimos a apresentação do vídeo Espalhamento de Rayleigh<sup>5</sup>, que mostra um experimento relacionado ao tema. Com base nesse vídeo, é possível explicar a diferença entre os aspectos da água e da luz. Nessa etapa, também podem ser apresentados os gráficos apresentados na figura 01 e 02, que demonstram a relação do coeficiente de absorção da água com o espectro da luz visível e, a partir dessa relação, realizar um debate sobre o assunto.

Para complementar os temas trabalhados, pode-se realizar o experimento da lanterna com o leite, no qual é possível verificar o espalhamento de Rayleigh. O

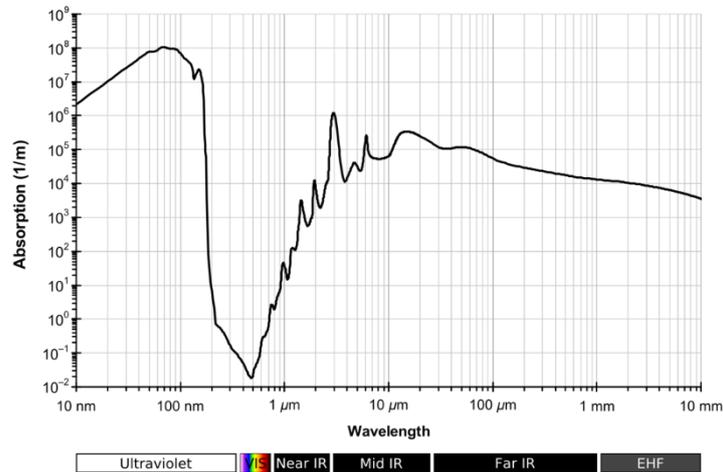
<sup>3</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=3po0Ek5aPKE>

<sup>4</sup> Disponível em: <https://biologo.com.br/bio/documentario-evolucao-dos-olhos/>

<sup>5</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=cb6wUUmXDgo&feature=youtu.be>

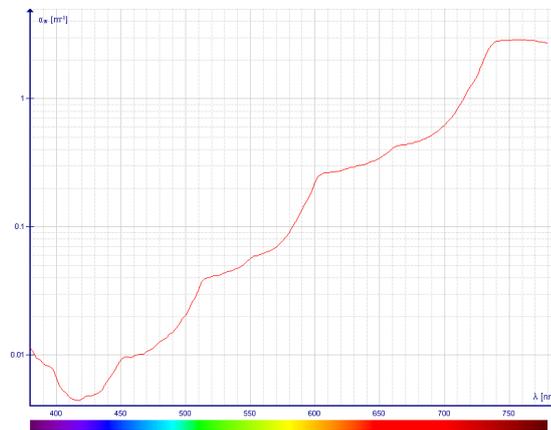
recipiente utilizado para a atividade e o experimento podem ser vistos nas figuras 03 e 04.

Figura 01 - Gráficos de espectro de absorção da água líquida



Fonte: Kebes (2014)

Figura 02 - Gráfico do coeficiente de absorção da água no intervalo da luz visível



Fonte: Pope (1997)

Figura 03 - Recipiente utilizado para o experimento do espalhamento



Fonte: Próprio Autor

Figura 04 – Experimento espalhamento de Rayleigh



Fonte: Próprio Autor

Também poderá ser apresentado o experimento das cores, com a utilização de um abajour com lâmpada (figura 05) que possibilite a permuta das cores, apresentando as cores branca, vermelha, amarela, azul, verde e bolinhas coloridas (com as mesmas cores obtidas citadas acima, figura 06). Esse experimento tem por objetivo demonstrar como enxergamos as cores dos objetos, atividade que pode ser completada com a apresentação do vídeo sobre o mesmo tema, intitulado Física – Óptica 06 – Cores<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=GDN8Uyw1uRI>

Figura 05 - Abajour para experimento do espalhamento de Rayleigh e das cores



Fonte: Próprio Autor

Figura 06 - Bolinhas coloridas para ser usada no experimento das cores



Fonte: Próprio Autor

## 5ª Aula (sala de aula virtual) – O Funcionamento do Olho Humano

Nessa aula, os alunos devem assistir aos vídeos: “A evolução dos olhos – A origem de tudo 2”<sup>7</sup> e “A evolução do olho humano – Joshua Harvey”<sup>8</sup>, que abordam o tema

<sup>7</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=US33T-yfhOA>

<sup>8</sup> Disponível em:

[https://www.ted.com/talks/joshua\\_harvey\\_the\\_evolution\\_of\\_the\\_human\\_eye/transcript?language=pt-br](https://www.ted.com/talks/joshua_harvey_the_evolution_of_the_human_eye/transcript?language=pt-br)

da evolução dos olhos, desde a origem, quando o primeiro organismo começou a captar a presença da luz, até as estruturas atuais. Com base nos vídeos, os alunos serão capazes de responder as seguintes questões:

- 1- Se todos os seres são igualmente evoluídos, por que podem existir tantas diferenças entre eles? Como o meio pode influenciar nessas diferenças?
- 2- Como os organismos conseguiram começar a viver na luz?
- 3- Faça uma linha evolutiva dos olhos mais primitivos até os atuais. Relacione essas mudanças com a melhoria da visão.
- 4- Quais as vantagens de separar os meios interno e externo do olho. O que teve que ser modificado após essa mudança?
- 5- Qual a vantagem da presença da lente nos olhos?
- 6- O olho humano é uma estrutura perfeita? Comente.

## 6º Aula (presencial) – O Funcionamento do Olho Humano – Parte I

A aula deve ser iniciada com a elucidação das dúvidas apresentadas pelos alunos, detectadas nas respostas do questionário aplicado na sala de aula virtual. Nesta etapa, contempla-se o ensino sob medida, uma vez que a apresentação dos conteúdos é baseada nos erros apresentados pelos alunos e nas dúvidas colocadas por eles no fórum da turma.

Os tópicos que poderão ser abordados nessa aula são:

- Daltonismo;
- Como funciona o olho humano;
- Comparação do olho humano com uma câmera fotográfica.

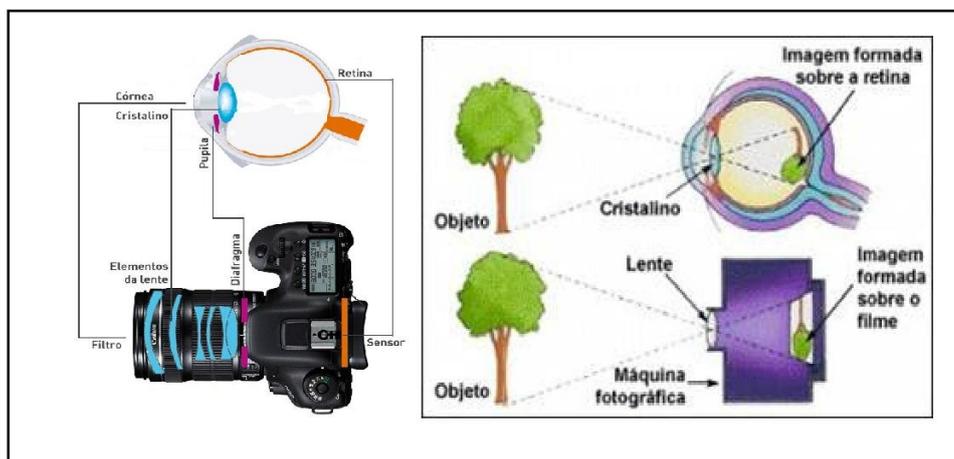
Para melhor compreensão dos alunos, o vídeo “O funcionamento do olho humano”<sup>9</sup>, que contempla os temas funcionamento físico do olho e defeitos da visão, foi disponibilizado. Imagens comparativas do olho humano com uma câmera fotográfica também podem ser apresentadas (figura 07). Outra possibilidade é permitir o

---

<sup>9</sup> disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=lzHjSJsjhII>

manuseio deste equipamento por parte dos alunos, comparando a abertura do diafragma com a pupila.

Figura 07 - Imagem comparativa câmera x olho humano



Fonte: Adaptado de Máquina Fotográfica (2012)

## 7ª Aula (presencial) – Funcionamento do Olho Humano - Parte II

Dando continuidade à anterior, aqui pode ser realizado o teste de Daltonismo online<sup>10</sup>, tornando a aula mais dinâmica e interessante.

Para trabalhar o modelo RGB para visão, pode-se enfatizar o funcionamento dos cones e dos bastonetes. A visualização do RGB pode ser realizada pelos alunos com a utilização de um microscópio portátil de baixo custo (figura 08), focalizando uma tela de computador com imagem colorida, mostrando, assim, seus pixels formadores. É interessante, pois os alunos focalizam uma tela preta, uma branca e uma colorida, percebendo a diferença entre elas. As figuras 09 e 10 apresentam as imagens que os alunos conseguirão observar quando visualizarem uma tela colorida.

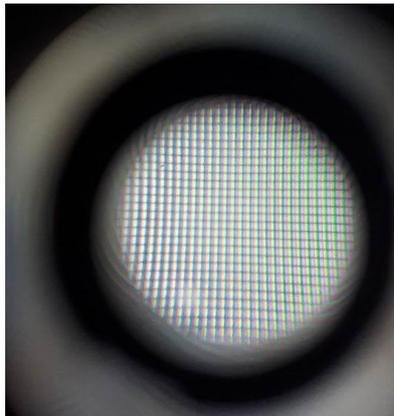
<sup>10</sup> Disponível em: <https://www.testesonline.com.br/fazer-teste-online/teste-de-daltonismo>

Figura 08 – Microscópio Portátil de Baixo custo



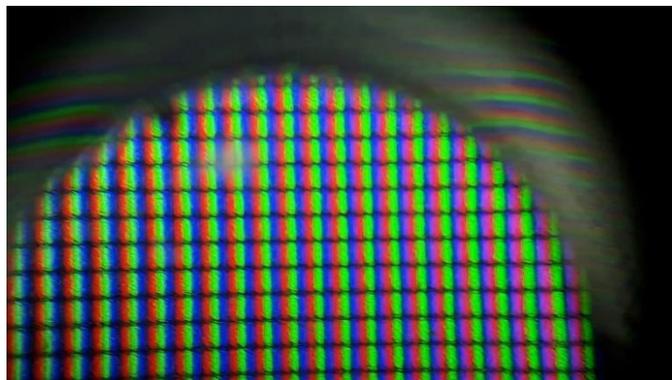
Fonte: Próprio Autor

Figura 09 – Foto tirada do microscópio portátil



Fonte: Próprio Autor

Figura 10 - Foto do Microscópio ampliada, mostrando o padrão RGB



Fonte: Próprio autor

## 8ª Aula (Sala de aula virtual) – A Evolução

Nessa aula disponibilizamos para os alunos assistam ao vídeo: “Charles Darwin – Resumo”<sup>11</sup>, que retrata a vida de Charles Darwin. Com base nesse vídeo, propõe-se as seguintes questões:

- 1- Por que Darwin desistiu da medicina?
- 2- Qual foi a embarcação em que Darwin viajou? Quais foram os destinos? Quanto tempo durou a viagem?
- 3- Como Darwin definiu a evolução?
- 4- O que Darwin sugeria no seu livro A Origem das Espécies?

Como atividade extra, os alunos poderão assistir o documentário: A Biografia de Charles Darwin, a Voz da evolução<sup>12</sup>, ampliando assim seus conhecimentos referentes a Darwin e a teoria da evolução.

## 9ª Aula (presencial) – Charles Darwin

A proposta desse encontro é apresentar a biografia de Charles Darwin, discutir as formas que ele usava para analisar as mudanças ocorridas nas espécies e as sequências evolutivas dos seres. Para isso, disponibilizamos o texto “Charles Darwin”, de Dilva Frazão<sup>13</sup>.

A técnica sugerida compreende uma leitura compartilhada e após uma roda de discussão, colocando em pauta as questões sugeridas na sala de aula virtual.

## 10ª Aula (presencial) – Jogo da Evolução

Essa é a aula mais esperada da sequência, o jogo das câmeras escuras, que funciona da seguinte maneira:

São 4 câmeras escuras, com entradas de luz diferentes, a primeira sem nenhuma abertura, a segunda com uma pequena abertura, a terceira com uma abertura um pouco maior e a quarta com uma lente na abertura, que chamaremos de “olhos”.

<sup>11</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=uhp1Ri3W-FU>

<sup>12</sup> Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=2&v=1qltP3RhYBc&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?time_continue=2&v=1qltP3RhYBc&feature=emb_logo)

<sup>13</sup> Disponível em: [https://www.ebiografia.com/charles\\_darwin](https://www.ebiografia.com/charles_darwin)

No fundo da caixa, terá uma fonte luminosa, onde poderão ser escritos os símbolos necessários para a resolução da carta enigma.

A primeira etapa será realizada com 4 alunos em uma sala, onde cada um, aleatoriamente, pegará um dos “olhos” dispostos sobre uma mesa. Após a escolha, a luz será apagada para que a sala fique escura, e cada um, com o modelo de “olho” escolhido, deve se aproximar da fonte de luz. O aluno que tiver escolhido o “olho” fechado não conseguirá cumprir a etapa e será eliminado do jogo.

Na segunda etapa, os três alunos restantes pegarão novamente os “olhos”, aleatoriamente, e colocarão na caixa que estará sobre a mesa. O objetivo agora é descobrir qual a imagem que estará no fundo da caixa, que será de uns óculos. O aluno que estiver de posse do “olho” com uma abertura grande não será capaz de identificar essa figura.

Na terceira etapa, os dois alunos que conseguiram identificar os óculos projetados na caixa deverão identificar a sequência de símbolos sob a luz da fonte luminosa. De posse dessa sequência, deverão completar a carta-enigma que estará disponível em cima da mesa. Cada aluno estará de posse de uma carta, com textos diferentes, especificamente sobre o seu “olho”. As palavras equivalentes aos símbolos estarão em uma legenda, juntamente com o texto. Aquele que completar a carta em menor tempo ganha o jogo. A previsão é que o “olho” com lente consiga observar mais rapidamente o símbolo, uma vez que a lente representa a mutação mais adaptada para aquele meio.

O jogo deve ser repetido até que todos os alunos participem. Se o número de alunos não for múltiplo de 4, aqueles que foram eliminados na primeira etapa completarão a última equipe.

Após o término do jogo, cada aluno receberá as 2 cartas enigmas. As caixas pretas da última etapa devem ficar disponíveis juntamente com o olho de pequena abertura e com o olho portador de lente. Desta forma eles poderão completar o enigma e discutir os textos que foram preenchidos na atividade.

Os materiais necessários para essa dinâmica são: 4 caixas de papelão, tinta preta, 3 telas luminosas, 4 bolas de isopor grande, 1 lente de lupa, 8 latas de leite em pó, papel laminado, tesoura, tinta preta, cartas enigmas, sequência de símbolos, gabarito das cartas enigmas e cartas dos desafios.

Os materiais de apoio utilizados no jogo estão listados abaixo (figuras 11 a 22).

Figura 11- Carta da 1ª rodada jogo da Evolução

<p>Após pegar o olho você deve encontrar a fonte de luz.</p>	<p>1ª ETAPA</p>
--------------------------------------------------------------	-----------------

Fonte: Próprio Autor

Figura 12- Carta da 2ª rodada jogo da Evolução

<p>Agora, após a escolha do olho, você deve ir até a caixa correspondente e ver a imagem projetada e escrever no</p>	<p>2ª ETAPA</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------

Fonte: Próprio Autor

Figura 13- Carta da 3ª rodada jogo da Evolução

<p>Escolha um dos olhos, dirija-se até a caixa correspondente, olhe a sequência de imagens, anote no quadro ao lado, vá até a carta enigma correspondente ao seu número do olho e solucione-a.</p>	<h2 style="margin: 0;">3ª ETAPA</h2>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------

Fonte: Próprio

Autor

Figura 14- Carta enigma que deve ser preenchida pelos alunos

<p><b>CARTA ENIGMA</b> <b>OLHO 01</b></p>
<p>O olho em câmara com a presença de _____ para o meio em que vivemos, com a intensidade de _____ que temos disponível, é o mais adaptado para a formação das _____.</p> <p>O _____ de lente e células fotorreceptoras, além do nervo óptico e das outras estruturas formadoras do _____ humano são os responsáveis por esse sentido físico que é a _____.</p>
<p><b>CARTA ENIGMA</b> <b>OLHO 02</b></p>
<p>O olho em câmara com _____ abertura e sem a presença de uma lente também é capaz de formar _____, desde que a intensidade da luz seja grande. Quando comparado a um _____ em câmara com presença de lente, em um ambiente com uma quantidade de _____ razoável, ele não terá tanta _____ na imagem formada, já o olho em câmara com _____, nas mesmas condições, formará uma imagem nítida.</p>

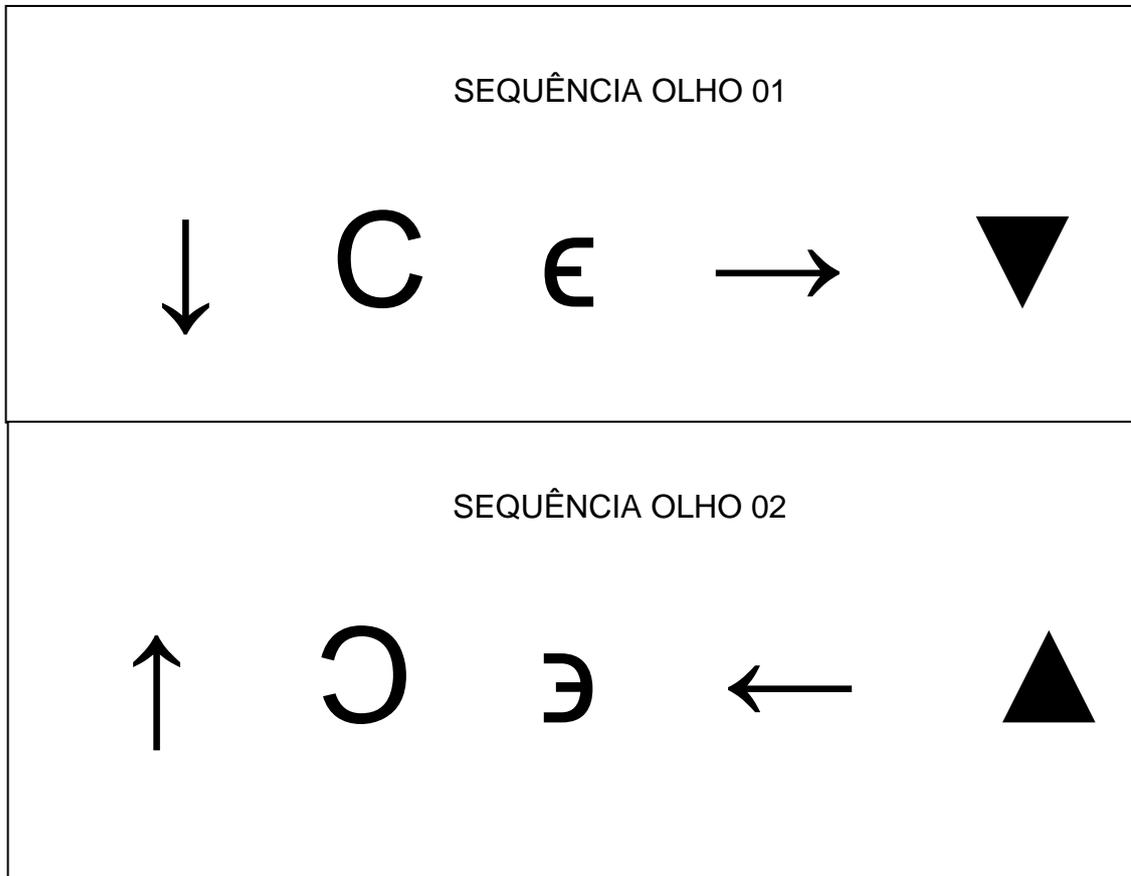
Fonte: Próprio Autor

Figura 15- Gabarito para resolução da carta enigma.

SÍMBOLO	OLHO 01	OLHO 02
€	Imagens	Imagens
Ǝ	Conjunto	Luz
←	Imagens	Olho
→	Conjunto	Conjunto
↑	Visão	Lente
↓	Lente	Lente
C	Luz	Luz
Ɔ	Olho	Nitidez
▲	Luz	Imagens
▼	Olho	Olho
┌	Visão	Visão
└	Lente	pequena

Fonte: Próprio Autor

Figura 16- Sequência para a tela luminosa da caixa preta.



Fonte: Próprio Autor

- Lembrando que a sequência aparecerá invertida, pois a lente inverte as imagens.

Figura 17- Carta enigma solucionada

CARTA ENIGMA OLHO 01	CARTA ENIGMA OLHO 02
<p>O olho em câmara com a presença de <b>lente</b>, para o meio em que vivemos, com a intensidade de <b>luz</b> que temos disponível, é o mais adaptado para a formação das <b>imagens</b>.</p> <p>O <b>conjunto</b> de lente e células fotorreceptoras, além do nervo óptico e das outras estruturas formadoras do <b>olho</b> humano são os responsáveis por esse sentido físico que é a <b>visão</b>.</p>	<p>O olho em câmara com <b>pequena</b> abertura e sem a presença de uma lente também é capaz de formar <b>imagens</b>, desde que a intensidade da luz seja grande.</p> <p>Quando comparado a um <b>olho</b> em câmara com presença de lente, em um ambiente com uma quantidade de <b>luz</b> razoável, ele não terá tanta <b>nitidez</b> na imagem formada, já o olho em câmara com <b>lente</b>, nas mesmas condições, formará uma imagem nítida.</p>

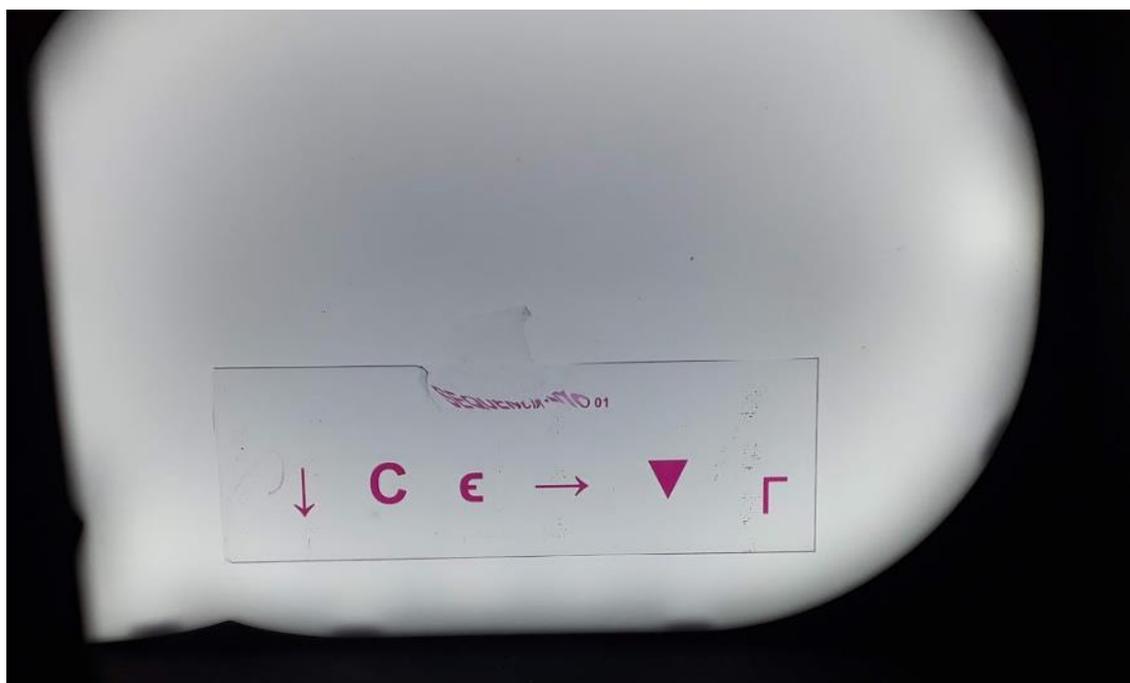
Fonte: Próprio Autor

Figura 18 – Caixa preta Jogo da Evolução



Fonte: Próprio Autor

Figura 19 - Tela luminosa com sequência para carta enigma



Fonte: Próprio Autor

Figura 20 – Modelo de Olho elaborado com bola de Isopor



Fonte: Próprio Autor

Figura 21 – Modelos de Olhos utilizados no Jogo da Evolução. Totalmente Fechado, com pequena abertura, com grande abertura e com lente.



Fonte: Próprio Autor

Figura 22 – Caixa preta e modelo de olho com pequena abertura



Fonte: Próprio Autor

- Lembrando que as aulas anteriores ao jogo são aulas introdutórias, caso o professor queira aplicar apenas o Jogo da Evolução é possível reduzir as aulas introdutórias e reduzir o tempo de duração da Sequência Didática.

## 11<sup>a</sup> Aula (Sala de Aula Virtual) – Conclusão do Jogo e Problemas de Visão

Esta aula visa obter informações referentes ao jogo realizado em sala e ainda fornecer subsídios para a elaboração da próxima aula presencial. O questionário sugerido referente ao jogo é composto das seguintes questões:

- 1- O organismo evoluiu intencionalmente para ser sensível a luz?
- 2- Você participou de todas as etapas? Em qual você parou (olho fechado, olho com grande abertura, olho com pequena abertura ou olho com lente)?
- 3- Por que você acha que concluiu ou não concluiu o jogo? O que faltou para obter êxito?
- 4- Se você, continuando com o mesmo olho que pegou, insistisse em continuar

no jogo, e não burlasse nenhuma regra, você acha que seria possível ganhar? Comente.

5- Você gostou da atividade? Por que?

A outra atividade virtual proposta é a visualização do vídeo do programa Bem Estar, que alerta para os problemas de visão<sup>14</sup>, e após assistir, os alunos são levados a responder as questões abaixo listadas:

1- A cor do olho tem alguma influência na visão?

2- Quais os sinais que o indivíduo pode apresentar para suspeitar de um problema de visão?

3- Qual a função dos óculos ou da lente de contato?

4- Cite alguns problemas de visão citados nos vídeos.

5- Como funciona o olho humano?

6- Qual a diferença de miopia e hipermetropia?

## 12<sup>a</sup> Aula (presencial) – Problemas de Visão – Parte I

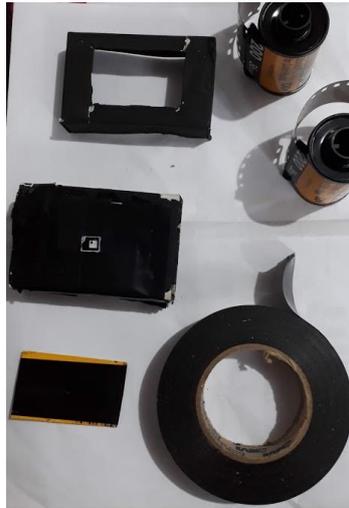
Primeiramente é sugerido que o professor tire uma foto da turma com uma câmara Pinhole<sup>15</sup>, elaborada a partir de uma caixa de fósforo (figuras 23), fabricada anteriormente pelo professor, as etapas da construção estão demonstradas na figura 24. Cada aluno deve ter a possibilidade de tirar uma foto que deve ser, posteriormente, mostrada a turma.

---

<sup>14</sup> Disponível em: <https://globoplay.globo.com/v/2159898/> e <https://www.youtube.com/watch?v=AV-Sc9LQGVE>

<sup>15</sup> O passo a passo para a construção da câmara pode ser encontrado em: <https://nucleodefotografiaunivali.wordpress.com/2009/08/30/pinhole-na-caixa-de-fosforo/>

Figura 23: Materiais utilizados para montar a câmera Pinhole



Fonte: Próprio Autor

Figura 24 - Etapas da Montagem da câmera Pinhole



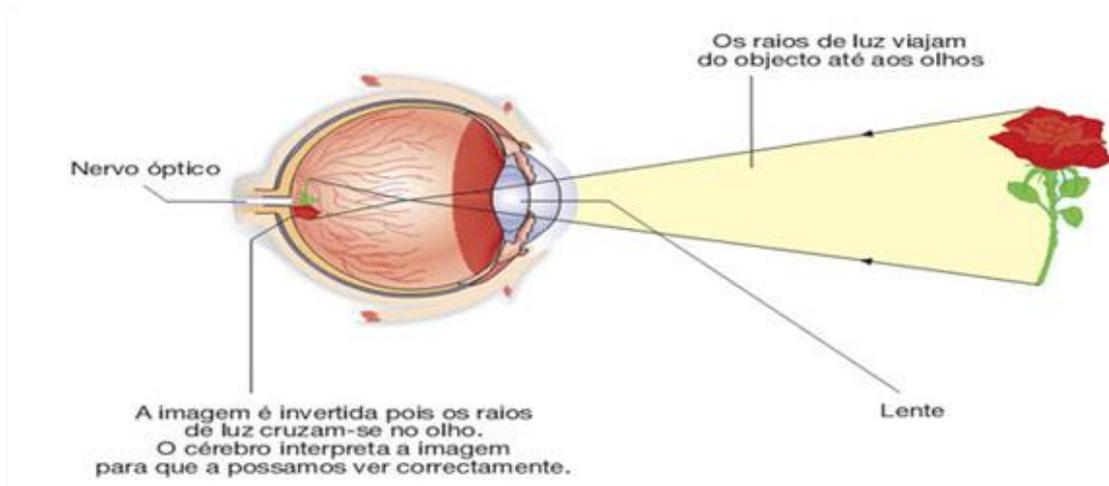
Fonte: Próprio Autor

Em um segundo momento, deve ser realizada a discussão sobre as respostas dadas no questionário on-line, abordando os tópicos:

- Problemas de visão;
- Por que acontecem;
- Diferença de lentes

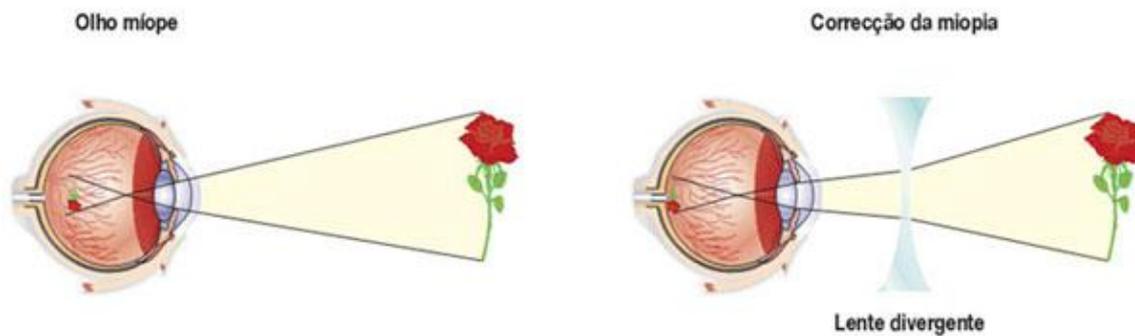
Para facilitar a compreensão dos problemas de visão e a diferença entre eles, podem ser apresentadas as imagens de cada visão (figuras 25 a 28) e de como as lentes convergentes (figura 29) e divergentes (figura 30) funcionam para corrigir os defeitos apresentados.

Figura 25 – Visão emétrepe



Fonte: Cavaleiro (2014)

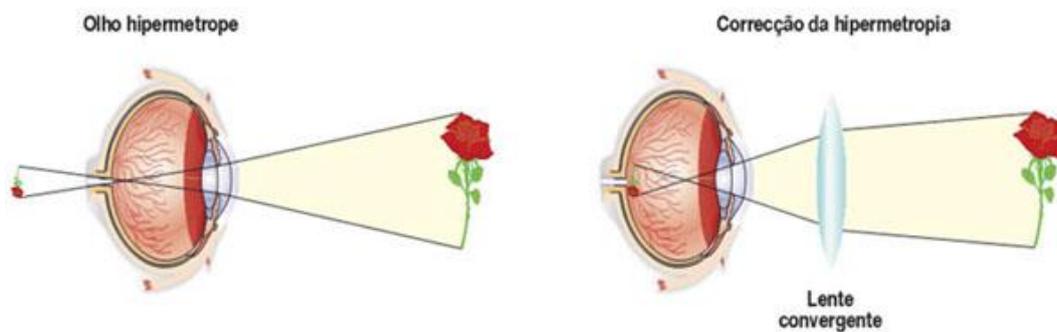
Figura 26 - Visão míope



Fonte:

Cavaleiro (2014)

Figura 27 - Visão hipermétrepe



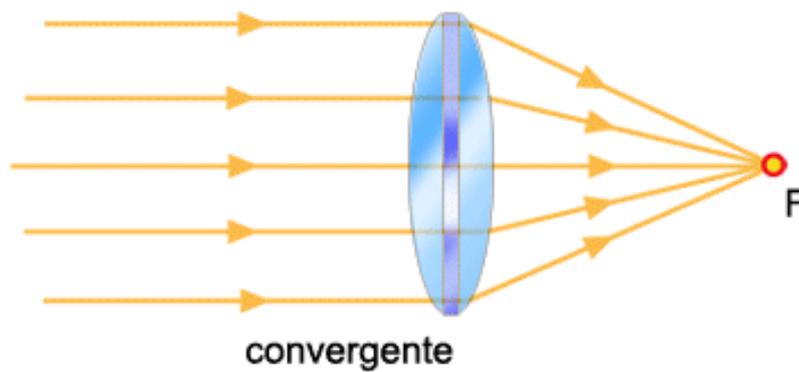
Fonte: Cavaleiro (2014)

Figura 28- Visão astigmático



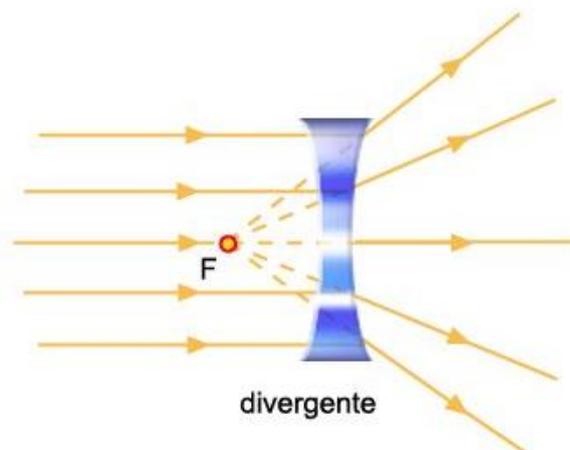
Fonte: Cavaleiro (2014)

Figura 29 - Lente convergente



Fonte: Lira (2006)

Figura 30 - Lente divergente

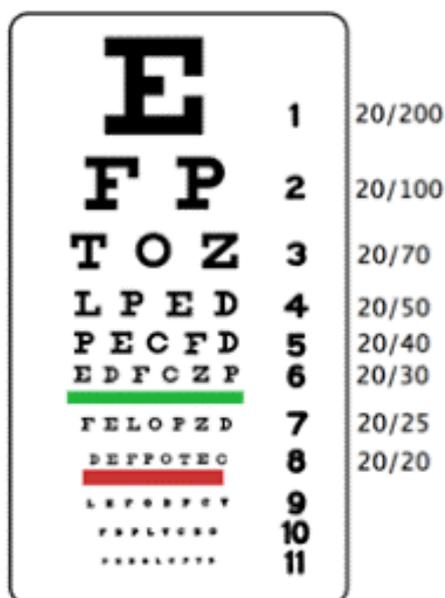


Fonte: Lira (2006).

## 13ª Aula (presencial) – Problemas de Visão – Parte II

Neste encontro pode ser realizado o Teste de Snellen, apresentado na figura 31, como forma de alertar os alunos para possíveis problemas de visão, outra atividade sugerida e que abrange o campo de visão será a atividade do ponto cego<sup>16</sup>.

Figura 31 - Teste de Snellen



Fonte: Snellen (1862).

## 14ª Aula (Presencial) – Construção do Espectroscópio

Nesta aula sugere-se a construção de um modelo de espectroscópio<sup>17</sup>, com materiais alternativos, para tratarmos sobre a difração. Para confeccionar o espectroscópio podem ser utilizados os seguintes materiais: Caixa de creme dental; CD; Fita Preta; Tesoura; Fita adesiva;

<sup>16</sup> disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=kRIxqyubB5Y>

<sup>17</sup> O passo a passo deste modelo está disponível em: <http://fep.if.usp.br/~profis/experimentando/diurno/downloads/Espectroscopio.pdf>

## 15<sup>a</sup> Aula (Sala de Aula Virtual) – Concluindo a sequência

A atividade na sala de aula virtual proposta nesta aula é a resolução do questionário final da sequência que consiste nas seguintes questões:

- 1- Qual a importância e a vantagem dos organismos perceberem a presença da luz?
- 2- Todas as estruturas da visão são eficientes em todas as situações?
- 3- O olho humano é perfeito ou poderá ocorrer mudanças para melhorar?
- 4- O que significam as cicatrizes da evolução que aparecem em nossos olhos?

## 16<sup>a</sup> Aula (presencial) – Aula Final

Nesta aula, na primeira etapa, as fotos da câmera Pinhole, que já foram reveladas, podem ser apresentadas e utilizadas para a discussão posterior. Após as carteiras poderão ser colocadas em círculo para que ocorra uma discussão sobre o assunto tratado neste produto e sobre a metodologia utilizada. Para organizar este debate, podem ser propostas perguntas norteadoras para organizar as opiniões dos alunos. E encerrando a aula o pós-teste deve ser aplicado.

As perguntas norteadoras sugeridas são:

- 1- Se compararmos a câmera Pinhole que utilizamos ao olho humano, ao que corresponde o furo, a distância focal e o filme?
- 2- Se estivéssemos em um ambiente muito escuro e fossemos para um ambiente muito claro por que teríamos dificuldade para enxergar? Se no lugar do olho humano tivéssemos nossa câmera Pinhole tirando uma boa foto no ambiente escuro e se quiséssemos, com a mesma câmera conseguir uma boa foto em um ambiente muito iluminado, o que deveríamos fazer?
- 3- Para reduzir o tempo de exposição podemos deixar mais luz entrar abrindo o orifício. Por outro lado, podemos aumentar o tempo de exposição reduzindo ainda mais o orifício.
- 4- Quais as vantagens e desvantagens de cada uma dessas possibilidades?

## 17<sup>a</sup> Aula (presencial) –Aplicação do Pós-Teste

O pós-teste deverá ser aplicado em uma aula específica, para que os alunos tenham tempo suficiente para respondê-lo.

As perguntas sugeridas para o pós-teste são:

- 1- Para enxergar as cores necessitamos da presença da luz?
- 2- Por que em ambientes iluminados temos facilidade de enxergar as cores?
- 3- Todos os seres humanos têm visão perfeita? Como podemos "corrigir" os defeitos da visão?
- 4- Cada defeito da visão pode ser corrigido com o mesmo tipo de lente? Por que?
- 5- Por que hoje enxergamos a luz que chamamos de espectro visível?
- 6- Seria possível enxergar um pouco fora da região do espectro visível? Alguns seres conseguem fazer isso?

Com a comparação do pré e do pós-teste podemos descobrir se os conhecimentos dos alunos foi aumentado e se a sequência didática utilizada foi potencialmente significativa.

## Referências

ANDREOLA. E. **Pinhole na caixa de fósforo**. 2009. Disponível em: <https://nucleodefotografiaunivali.wordpress.com/2009/08/30/pinhole-na-caixa-de-fosforo/>. Acesso em 20 de outubro de 2019.

BLABLALOGIA **A evolução dos olhos – A origem de tudo 2**. 2016. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=US33T-yfhOA>. Acesso em 20 de maio de 2019.

CATELLI, F. E PEZZINI, S – **Observando espectros luminosos – Espectroscópio Portátil**. Caderno Brasileiro do Ensino de Física, 2004. Disponível em: <http://fep.if.usp.br/~profis/experimentando/diurno/downloads/Espectroscopio.pdf>. Acesso em 05 de novembro de 2019.

CAVALEIRO, M. N. G.C. **FQ 8 – Sustentabilidade na Terra**. Lisboa, 2014.

CIÊNCIA TODO DIA. **A água não é transparente**, 2016. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=9WAFNdM79Ao>. Acesso em: 06 de junho de 2019.

DOCUMENTARIOSCIÊNCIAS. **Biografia Charles Darwin – Dublado**. 2014. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=2&v=1qItP3RhYBc&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?time_continue=2&v=1qItP3RhYBc&feature=emb_logo). Acesso em: 02 de outubro de 2019.

DOCUMENTARYONDEMAND. **Charles Darwin – Resumo**. 2013. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=uhp1Ri3W-FU>. Acesso em: 29 de setembro de 2019.

FÍSICA UNIVERSITÁRIA Tema 14 - Espalhamento da luz - Experimentos - Espalhamento da luz. 2016. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=sDcWsx00O48>. Acesso em: 20 de agosto de 2019.

FLIPPED LEARNING NETWORK - FLN. **Definition of flipped learning**. Disponível em: <https://flippedlearning.org/definition-of-flipped-learning/> Acesso em: 23 de setembro de 2018.

FRAZÃO. D. **Biografia de Charles Darwin**. 2019. Disponível em: [https://www.ebiografia.com/charles\\_darwin](https://www.ebiografia.com/charles_darwin) Acesso em 12 de outubro de 2019.

GLOBOPLAY. **Tudo sobre: Miopia, Hipermetropia, Astigmatismo e Cataratas Parte 1 de 2 – Bem estar**. 2011. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=AV-Sc9LQGV>. Acesso em: 12 de outubro de 2012.

-----**Problemas da Visão – Bem Estar**. 2012. Disponível em: <https://globoplay.globo.com/v/2159898/>. Acesso em 12 de outubro de 2019.

LICENCIATURA EM FÍSICA – IFSC ARARANGUÁ. **Olho humano e problemas da visão.** 2017. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=lzHjSJsjhII>. Acesso em 21 de setembro de 2019.

HARVEY, J. **A evolução dos olhos.** TED-Ed. 2015. Disponível em: [https://www.ted.com/talks/joshua\\_harvey\\_the\\_evolution\\_of\\_the\\_human\\_eye/transcript?language=pt-br](https://www.ted.com/talks/joshua_harvey_the_evolution_of_the_human_eye/transcript?language=pt-br). Acesso em 21 de setembro de 2019.

KEBES, W. **Espectro de absorção de água líquida em uma ampla faixa de comprimento de onda.** Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Absorption\\_spectrum\\_of\\_liquid\\_water.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Absorption_spectrum_of_liquid_water.png). Acesso em: 18 de maio de 2019.

LIRA, J. C. L. **Vergência.** Disponível em: <https://www.infoescola.com/fisica/vergencia/>. Acesso em 16 de junho de 2019.

MANUAL DO MUNDO. **A cabeça que desaparece** – 2012. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=kRlxqyubB5Y>. Acesso em 21 de outubro de 2019.

MÁQUINA FOTOGRÁFICA. **Comparação da câmera fotográfica com o olho humano.** Disponível em: <http://fotoselentes.blogspot.com/2012/10/comparacao-da-camera-fotografica-com-o.html>. Acesso em: 16 de junho de 2019.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem.** 2ª ed. SP Ed. EPU, 2014.

NOVAK, G. M. et al. **Just-in-Time Teaching: blending active learning whit web technology.** Disponível em: <https://jittdl.physics.iupui.edu/jitt/> . Acesso em: 13 de fevereiro de 2019.

POPE, R.M. **Espectro de absorção (380-700 nm) de água pura.** Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Water\\_light\\_absorption\\_coefficient.gif](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Water_light_absorption_coefficient.gif). Acesso em 18 maio de 2019.

QUER QUE DESENHE. **Espectro Eletromagnético.** 2013. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=3po0Ek5aPKE>. Acesso em: 06 de junho de 2019.

SFAIR. D. **Cores.** Só 10 minutos. 2017. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=GDN8Uyw1uRI>. Acesso em 30 de agosto de 2019.

SÍLABE. **Sala de aula online,** c2014. Página inicial. Disponível em: < <https://www.silabe.com.br/>>. Acesso em: 10 de março de 2018.

SNELLEN, H. **Tabela de Snellen.** Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Tabela\\_de\\_Snellen](https://pt.wikipedia.org/wiki/Tabela_de_Snellen). Acesso em: 25 de junho de 2019.

SUPER DOCUMENTÁRIOS. **Evolução: Olhos (dublado) documentário completo.** 2015. Disponível em: <https://biologo.com.br/bio/documentario-evolucao-dos-olhos/>  
Acesso em: 18 de julho de 2019.

TESTE ONLINE. **Teste de Daltonismo.** C2015. Disponível em: <https://www.testesonline.com.br/fazer-teste-online/teste-de-daltonismo>. Acesso em: 25 de setembro de 2019.

VIEGAS, A. **Como usar a gamificação no processo pedagógico.** Disponível em: <https://www.somospar.com.br/como-usar-a-gamificacao-no-processo-pedagogico>. Acesso em: 07 maio 2020.