



O Ensino Híbrido como estratégia de ensino de conceitos de Óptica e Astronomia no Ensino Fundamental II

Carla Francisca Souza da Conceição

Jardel da Costa Brozeguini



Edifes
ACADÊMICO

CARLA FRANCISCA SOUZA DA CONCEIÇÃO
JARDEL DA COSTA BROZEGUINI

O ENSINO HÍBRIDO COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO DE CONCEITOS
DE ÓPTICA E ASTRONOMIA NO ENSINO FUNDAMENTAL II

1ª Edição



Edifes
ACADÊMICO

CARIACICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO ESPÍRITO SANTO
2022



Editora do Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Espírito Santo

R. Barão de Mauá, nº 30 – Jucutuquara

29040-689 – Vitória – ES

www.edifes.ifes.edu.br | editora@ifes.edu.br

Reitor: Jadir José Pela

Pró-Reitor de Administração e Orçamento: Lezi José Ferreira

Pró-Reitor de Desenvolvimento Institucional: Luciano de Oliveira Toledo

Pró-Reitora de Ensino: Adriana Piontkovsky Barcellos

Pró-Reitor de Extensão: Renato Tannure Rotta de Almeida

Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação: André Romero da Silva

Coordenador da Edifes: Adonai José Lacruz

Conselho Editorial

Aldo Rezende * Ediu Carlos Lopes Lemos * Felipe Zamborlini Saiter * Francisco de Assis Boldt * Glória Maria de F. Viegas Aquije * Karine Silveira * Maria das Graças Ferreira Lobino * Marize Lyra Silva Passos * Nelson Martinelli Filho * Pedro Vitor Morbach Dixini * Rossanna dos Santos Santana Rubim * Viviane Bessa Lopes Alvarenga

Revisão de texto, projeto gráfico e diagramação: José Almeida

Capa: ilustração adaptada de freepik.com

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (Biblioteca do *Campus* Cariacica do Instituto Federal do Espírito Santo)

C744e Conceição, Carla Francisca Souza da.

O ensino híbrido como estratégia de ensino de conceitos de óptica e astronomia no ensino fundamental II [recurso eletrônico] / Carla Francisca Souza da Conceição, Jardel da Costa Brozeguini. – Vitória, ES: Edifes Acadêmico, 2022.

82 p. : il. ; 30 cm.

ISBN 978-85-8263-542-1 (Livro digital)

1. Física – Estudo e ensino. 2. Ensino híbrido. 3. Aprendizagem ativa. 4. Óptica. 5. Astronomia. I. Brozeguini, Jardel da Costa. II. Instituto Federal do Espírito Santo. Campus Cariacica. III. Título.

CDD 21: 530.07

(Bibliotecária: Luciana Dumer CRB6-ES nº 662)

DOI: 10.36524/9788582635421

Esta obra está licenciada com uma Licença Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Brasil.





**INSTITUTO
FEDERAL**

Espírito Santo

Campus
Cariacica

Jocélia Abreu Barcellos Vargas

Diretoria Geral

Yuri Blanco e Silva

Diretoria de Administração e Planejamento

Filipe Leoncio Braga

Diretoria de Ensino

Daniela da Gama e Silva Volpe Moreira de Moraes

Diretoria de Pesquisa, Pós-graduação e Extensão

Apresentação

Este Guia Didático de Física é um produto educacional resultante de um estudo científico desenvolvido durante os anos de 2018 a 2020 no curso de mestrado profissional do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física do Instituto Federal do Espírito Santo, campus Cariacica. O estudo é baseado em uma Sequência Didática que abordou o conteúdo de óptica geométrica e foi aplicada em uma turma de 8º ano do Ensino Fundamental da EEEFM José Vitor Filho localizada no município de Cariacica/ES. Ele é destinado ao professor da Educação Básica com o objetivo de auxiliá-lo na aplicação de metodologias e atividades híbridas em seu cotidiano de trabalho.

Entre as atividades que podemos destacar na intervenção pedagógica temos a utilização de metodologias como a inversão da sala de aula, o ensino sob medida, a rotação por estações e a instrução pelos colegas, mesclando ambientes escolares virtuais e físicos. Todas as tarefas de leitura, questionários, roteiros e experimentos usados na intervenção estão inseridas nesse guia.

Além disso, este guia também apresenta uma breve revisão da literatura para que o referencial teórico não se torne um obstáculo ao trabalho do professor.

Sumário

1	Introdução.....	07
2	Referencial Teórico.....	09
2.1	Fundamentação teórica da didática utilizada.....	09
2.1.1	Aprendizagem significativa de David Ausubel.....	09
2.1.2	Teoria Sociointeracionista de Vygotsky.....	10
2.2	Fundamentação para o uso da estratégia de ensino.....	12
2.2.1	Definindo o Ensino Híbrido.....	12
2.2.1.1	Modelos de Ensino Híbrido.....	13
2.2.2	Uso do Ensino Híbrido.....	15
2.2.3	Uso de metodologias ativas.....	17
2.2.4	Metodologias ativas escolhidas.....	18
2.2.4.1	Sala de Aula Invertida.....	19
2.2.4.2	Ensino sob Medida.....	21
2.2.4.3	Rotação por Estação.....	23
2.2.4.4	Instrução pelos Colegas.....	24
3	Sequência Didática.....	27
3.1	Etapa 1: Apresentação da Proposta Didática e cadastro dos alunos na Sala Virtual – Atividade Presencial Introdutória.....	28
3.2	Etapa 2: Natureza da Luz – Tarefa de Leitura e Questionário Conceitual – Atividade Virtual Preparatória.....	29
3.3	Etapa 3: O Fenômeno dos Eclipses – Tarefa de Leitura e Questionário Conceitual – Atividade Virtual Preparatória.....	33
3.4	Etapa 4: Eclipses – Atividade Presencial Prática – Simulação Computacional e Modelagem com Isopor.....	38
3.5	Etapa 5: Dispersão da Luz e Espectro Luminoso – Atividade Virtual Preparatória – Tarefa de Leitura e Questionário Conceitual.....	41

3.6	Etapa 6: Cores – Rotação por Estação – Atividades Presenciais Práticas.....	44
3.6.1	Estação 1 – Apresentação de vídeo.....	45
3.6.2	Estação 2 – Experimentação 1 – Sombras Coloridas.....	47
3.6.3	Estação 3 – Simulação Computacional – Cores Primárias e Secundárias.....	51
3.6.4	Estação 4 – Experimentação com Tintas – Cores Aditivas e Subtrativas.....	53
3.7	Etapa 7: Instrução pelos Colegas – Aplicação de Questionários Conceituais com uso do Aplicativo Plickers.....	56
3.8	Etapa 8: Dispersão e Espalhamento da Luz – Tarefa de Leitura e Questionário Conceitual – Atividade Virtual Preparatória.....	60
3.9	Etapa 9: Refração e suas Leis – Tarefa de Leitura e Questionário Conceitual – Atividade Virtual Preparatória.....	66
3.10	Etapa 10: Refração e Lei de Snell – Simulação Computacional – Atividades Presenciais Práticas.....	70
3.11	Etapa 11: Instrução pelos Colegas – Aplicação de Questionários Conceituais com uso do Aplicativo Plickers.....	74
4	Orientações finais.....	78
	REFERÊNCIAS.....	80

1 Introdução

A utilização conjunta das metodologias tradicionais e métodos em que a teoria seja ativamente transmitida aos educandos, por meio de experimentação, questionamentos, simulações entre outros métodos indutivos, em uma forma conjunta de ensino, procura reunir o que se tem de produtivo nas duas metodologias: dedutivas e indutivas, equilibrando-se a experimentação com a dedução.

O surgimento da computação e a interação desta tecnologia no universo da sala de aula tornou possível a ampliação da ocorrência de momentos de alternância de papéis entre o professor e o aluno. Na caminhada evolutiva destes dois universos, computacional e educacional, em um dado momento, a computação passou a ser tida como uma ferramenta de grande importância para algumas disciplinas, em especial para a realização de algumas práticas que auxiliam na apresentação dos diversos conteúdos aos educandos, como por exemplo, as simulações.

Neste momento em que, após as alterações feitas na BNCC, os conteúdos ligados ao ensino de Física foram distribuídos mais explicitamente, ao longo de todo o Ensino Fundamental, mais importante torna-se a mudança desta situação. A utilização das tecnologias e das novas metodologias é mais um ponto a ser explorado juntamente com o uso de temas instigantes e motivadores do ponto de vista do educando. Atualmente, uma das estratégias mais comentadas para tentar contornar esta situação difícil é a hibridização do ensino que traz para o convívio do aluno, ambientes diferentes de trabalho e metodologias, também, diferenciadas.

Neste contexto a Astronomia, que desde os primórdios do desenvolvimento da espécie humana é um assunto que instiga sua curiosidade, em alguns momentos surgindo como fundamento para determinadas atitudes e métodos de trabalho, em outros como motivo de temor e preocupação, pode fazer parte de uma proposta educacional exercendo um papel motivador importante.

2 Referencial teórico

Neste capítulo será apresentado o conjunto de ideias e fundamentos que serviram de base para a construção, realização e aplicação da intervenção pedagógica apresentada nesta dissertação que deu origem a este produto educativo.

Serão informadas as linhas teóricas de aprendizagem utilizadas como arcabouço de fundamentação teórica e, também, os fundamentos trazidos para a fundamentação metodológica apresentada na intervenção.

Considerando-se a estrutura criada para a apresentação da intervenção à turma, em que parte conceitual é realizada antecipadamente, por meio do ambiente virtual, e a sua parte prática e de resolução de exercícios é baseada na interação entre os alunos por meio do uso de diferentes metodologias ativas, seu arcabouço teórico pôde ser melhor explicitado ao ser dividido em Fundamentação Teórica da Didática e Fundamentação da Estratégia de Ensino, como aparece a seguir.

2.1 Fundamentação Teórica da Didática Utilizada

A intervenção é fundamentada no uso das ferramentas tecnológicas e dinâmicas metodológicas visando uma evolução dos conceitos já conhecidos e trazidos pelos alunos, na tentativa de torná-los mais completos e significativos.

2.1.1 Aprendizagem significativa de David Ausubel

A utilização da combinação dos métodos Sala de Aula Invertida (FC), Instrução pelos Colegas (IpC) e Ensino sobre Medida (EsM), escolhida para ser utilizada neste trabalho encontra fundamentação na Teoria da Aprendizagem Significativa idealizada por David Ausubel.

No momento em que é feita a coleta dos conhecimentos prévios e a aplicação de sua análise na elaboração das tarefas de leitura a ser apresentada aos alunos surge o que para Ausubel é denominado organizadores prévios (AUSUBEL, 2012).

Se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só conceito diria o seguinte: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Averigüe isso e ensine-o de acordo (AUSUBEL, 2012, p. 212).

Estes organizadores podem se apresentar na forma de conceitos, hipóteses, ideias ou mesmo observações realizadas pelo educando no seu caminho educacional anterior à realização da intervenção pedagógica.

Sobre este ponto assim se coloca Oliveira, Araujo e Veit (2016): “na sala de aula invertida são levados em consideração os conhecimentos prévios dos alunos”. Tais elementos, colocados à disposição dos alunos no ambiente virtual, são trazidos ao processo por meio dos questionários conceituais e tarefas de leitura. Estes materiais fazem com que suas informações dos organizadores prévios sejam revividas, funcionando como marco inicial do ponto de vista do processo de ganho conceitual que poderá ser vivenciado na intervenção.

Neste ponto o material previamente apresentado ao aluno, por meio da inversão de sala de aula é de suma importância, pois funcionará como ligação entre o que os alunos já trazem, e o que devem ter, possibilitando assim, a aprendizagem de forma mais significativa. Tal fato é demonstrado na colocação de Oliveira, Araujo e Veit (2016, p. 6):

[] Em aulas tradicionais, as possíveis tentativas do professor de acessar os conhecimentos prévios dos estudantes podem ser bastante restritas devido ao tempo limitado que ele dispõe em classe. Na Sala de Aula Invertida, as dificuldades e dúvidas enfrentadas pelos alunos em seus estudos em casa são levadas ao conhecimento do professor, que as usa para planejar as atividades a serem realizadas nos encontros presenciais. As dúvidas e erros percebidos na fase de preparação são ponto de partida e combustível para as discussões em classe (OLIVEIRA, ARAUJO; VEIT, 2016, p. 6).

A interação entre o conteúdo conceitual trabalhado na sala virtual e o que é apresentado nas exposições orais curtas realizadas no início das atividades presenciais constroem um cenário propício para a ocorrência de um processo de diferenciação progressiva e de reconciliação integradora, necessários à aprendizagem significativa.

As atividades práticas, tarefas de leitura e questionários apresentados na intervenção foram organizados de forma a se mostrarem potencialmente significativos no processo de aprendizagem e ganho conceitual dos educandos, uma das condições para que a aprendizagem significativa possa ocorrer.

Tais atividades também são organizadas e elaboradas utilizando-se de ferramentas que as tornam mais interessantes e agradáveis ao olhar dos alunos para assim, a intervenção alcançar a outra condição necessária à ocorrência da aprendizagem significativa, a predisposição do aluno a aprender significativamente.

2.1.2 Teoria Sociointeracionista de Vygotsky

Vygotsky considera que o desenvolvimento cognitivo ocorre em consonância com o contexto social, histórico e cultural do educando. O desenvolvimento cognitivo é a

conversão de relações sociais em funções mentais que se dá por meio da mediação, por conseguinte a internalização (VIGOTSKY, 2003).

Para Vygotsky a aprendizagem em sala de aula seria resultado das atividades que possibilitam a integração, interação e cooperação entre os alunos, possibilitando que este consiga chegar a um ponto na sua aprendizagem que não conseguiria se estivesse traçando o caminho sozinho. Neste contexto a mediação é um elemento importante na aprendizagem, já que utiliza instrumentos, significados e símbolos, os quais são construções características da espécie humana e de seu desenvolvimento cultural.

Sob este aspecto, a aprendizagem pode ser colocada como uma experiência social de interação, sendo este o ponto de partida da aprendizagem e do desenvolvimento e aquisição do conhecimento.

Seguindo este ponto de vista, pode-se dizer que a evolução conceitual que possa vir a ocorrer em uma sala de aula é o resultado das interações e inter-relacionamentos que ali ocorrem devido à cooperação e integração, fomentadas entre os seus estudantes pelo professor, quando apresenta atividades práticas e colaborativas, por exemplo, que podem fazer com que os alunos caminhem para além de onde iriam se trabalhassem individualmente.

Neste ponto, Vygotsky indica que o professor tem um papel diferenciado e deve intermediar a aprendizagem com estratégias que possibilitem a independência do aluno, com o uso de trabalho em grupo e atividades motivadoras, levando-o a tornar-se independente, preparando-o para os momentos decisórios que surgirão em sua caminhada.

Assim, a aprendizagem pode ser colocada como um dos resultados possíveis do processo de interação social e compartilhamento de experiências, onde o professor deve se colocar como mediador, apresentando aos alunos os conhecimentos que ainda não sabem, fazendo uso de estratégias que os levem a ser mais independentes, portanto, protagonistas de suas próprias experiências educacionais, o que pode ser evidenciado no uso das metodologias ativas.

Os momentos em que há a interação dos alunos entre si, e entre estes e o professor, quando ocorre a aplicação dos métodos propostos, estão amplamente fundamentados na Teoria Sociointeracionista de Vygotsky, que pode ser evidenciada na integração de métodos e práticas a serem aplicadas por vários momentos da intervenção.

2.2 Fundamentação para o uso da Estratégia de Ensino

A presente intervenção teve como escopo principal o uso integrado de diferentes formas de ensino, ambientes e metodologias de trabalho, todas funcionando em conjunto, na apresentação do conteúdo escolhido para os educandos.

O uso de diversas metodologias de trabalho não é uma novidade no ensino de Ciências da Natureza, afinal, desde seus primórdios, seus professores mesclam momentos em que utilizam somente a forma escrita ou oral de transmitir o conhecimento, com suas aulas tradicionais, com o uso de experimentos ou demonstrações, onde os próprios alunos podem experimentar a forma prática de ver seus conceitos aplicados.

Na realidade, o inovador nos momentos atuais não é mesclar ambientes ou práticas, mas estruturar esta situação de forma que possa possibilitar aos educandos um melhor aproveitamento daquilo que recebem em suas aulas, e ainda, trazer o avanço digital para o mundo majoritariamente tradicional da sala de aula.

Para tanto, o uso da chamada hibridização do ensino como estratégia de trabalho por meio da utilização do ambiente virtual, mais tecnológico, em conjunto com o ambiente físico, mais tradicional, trazendo ainda a aplicação de diferentes metodologias de ensino, conhecidas como formas ativas de apresentação do conteúdo se mostrou como a mais indicada.

2.2.1 Definindo o Ensino Híbrido

O Ensino Híbrido pode ser considerado como uma mescla entre elementos do ensino formal tradicional e elementos trazidos do universo tecnológico virtual. Assim, os alunos alternam momentos em que realizam atividades presencialmente, sob a tutoria e orientação de um professor, e momentos em que podem realizar suas atividades por meio do uso do ambiente virtual.

Neste sentido, Christensen define o ensino híbrido:

O ensino híbrido é um programa de educação formal no qual um aluno aprende, pelo menos em parte, por meio do ensino online, com algum elemento de controle do estudante sobre o tempo, lugar, modo e/ou ritmo do estudo, e pelo menos em parte em uma localidade física supervisionada, fora de sua residência (CHRISTENSEN; HORN; STAKER, 2013, p. 7).

Por meio do ensino híbrido são apresentadas ao aluno condições de desenvolver seu conhecimento tanto da forma *on-line* quanto da forma *off-line*, favorecendo a mistura

destas duas formas de aprendizado, mesclando momentos de estudo individual por meio virtual, com momentos em que o estudo é presencial, onde a interação entre seus pares e com o professor é valorizado.

O professor, nos momentos presenciais, é o responsável por fomentar as interações interpessoais, propondo trabalhos que possam ser realizados pela turma como um todo ou dividida em grupos menores. Já nos momentos virtuais, será o próprio aluno o responsável pelo bom andamento das atividades, do aprendizado, utilizando-se dos recursos digitais e controlando como, quando, onde e com quem irá estudar.

2.2.1.1 Modelos de Ensino Híbrido

Em maio do ano de 2012, Staker e Horn, após estudarem e classificarem os modelos de ensino híbrido utilizados no sistema de ensino K12 americano, delinearam a categorização dos modelos de ensino híbrido que encontraram. Eles verificaram dois modelos principais: um em que não há um afastamento total das práticas utilizadas nas salas de aula tradicionais, mantendo o que de melhor pode ser encontrado neste espaço, com o que de melhor pode ser oferecido pelas inovações do universo on-line.

Neste modelo de trabalho híbrido podem ser citados como representantes os modelos rotacionais, seja o de Rotação por Estação ou Laboratório Rotacional, e a sala de aula invertida, forma de trabalho apresentada por Bergman (2018).

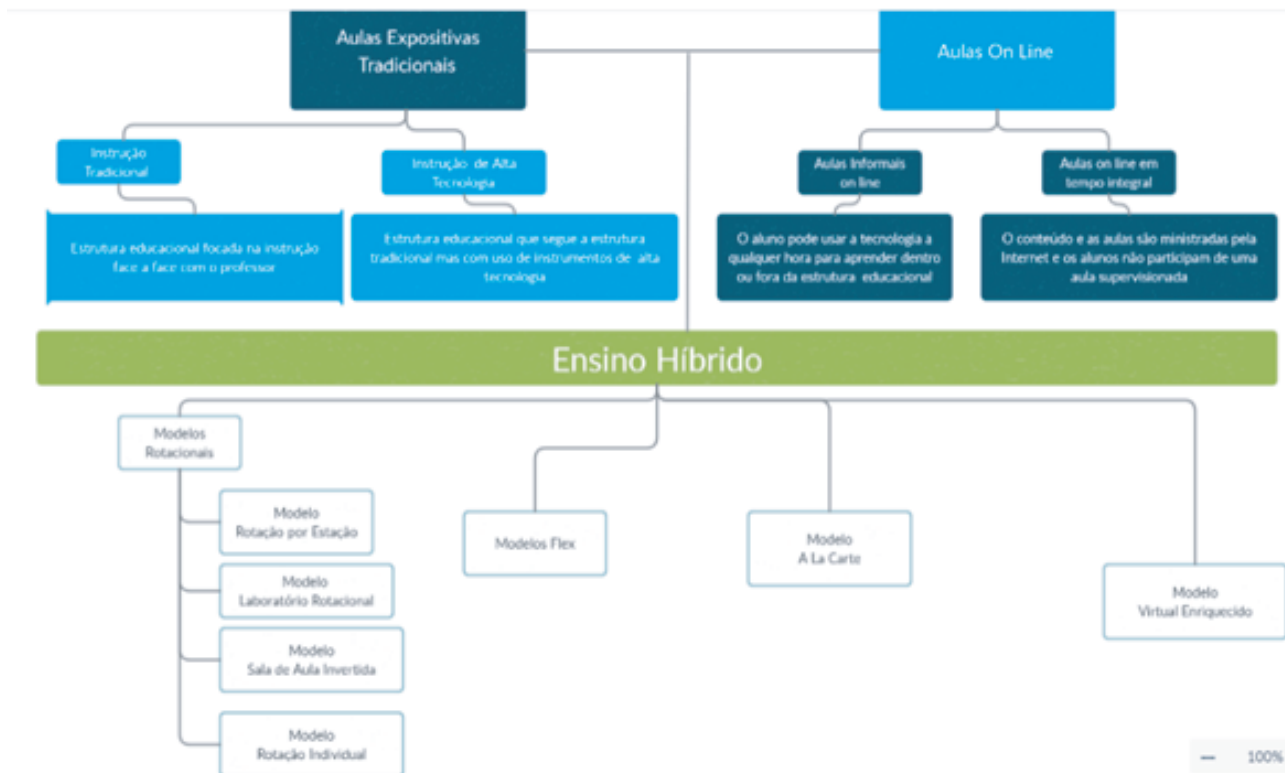
O outro modelo identificado pelos autores tem como característica principal o distanciamento total das práticas tradicionais e tendem a ser mais difíceis de serem colocados em práticas, sendo comumente conhecidos como modelos disruptivos em relação ao que tradicionalmente é utilizado.

Estes modelos disruptivos de trabalho têm como representantes os chamados modelos Flex, o modelo A La Carte, o Virtual Enriquecido e do modelo de Rotação Individual, como propõem Staker e Horn (2013):

Nos termos da recém-criada nomenclatura do ensino híbrido, os modelos de Rotação por Estações, Laboratório Rotacional e Sala de Aula Invertida seguem o modelo de inovações híbridas sustentadas. Eles incorporam as principais características tanto da sala de aula tradicional quanto do ensino online. Os modelos Flex, A La Carte*, Virtual Enriquecido e de Rotação Individual, por outro lado, estão se desenvolvendo de modo mais disruptivo em relação ao sistema tradicional (STAKER; HORN, 2013, p 3).

A Figura 1 a seguir apresenta uma versão resumida da organização estrutural dos modelos de sistemas de ensino híbrido citados pelos autores em seus estudos.

Figura 1 – Organização dos modelos de ensino híbrido descritos por Staker e Horn (2013)



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Ao escolher o modelo mais adequado a ser utilizado a intenção é que o melhor dos universos de ensino possa ser reunido fazendo com que estes se complementem. Pode-se, por exemplo, utilizar-se dos recursos presenciais para a motivação dos alunos, enquanto os recursos tecnológicos e digitais podem ajudar na aquisição dos conteúdos pelos educandos, o que é corroborado por Staker e Horn (2013).

Em muitas escolas, o ensino híbrido está emergindo como uma inovação sustentada em relação à sala de aula tradicional. Esta forma híbrida é uma tentativa de oferecer “o melhor de dois mundos” — isto é, as vantagens da educação online combinadas com todos os benefícios da sala de aula tradicional (STAKER; HORN, 2013, p. 3).

Assim, o modelo utilizado na intervenção seguiu uma forma de pensar e agir mais sustentada, inserindo no universo tradicional da sala de aula as novas informações trazidas pelas ferramentas tecnológicas, por meio de um trabalho gradual e estruturado, sem a necessidade de ruptura abrupta como no caso do uso dos modelos disruptivos de trabalho.

2.2.2 Uso do Ensino Híbrido

O uso de computadores, notebooks, tablets, celulares, tem provocado uma reviravolta nas nossas vidas, tanto particularmente, quanto, e principalmente, no aspecto profissional, em especial, no campo do ensino, onde o uso das chamadas TIC's em sala de aula é um questionamento forte e constante.

Com a inclusão das novas tecnologias na rotina das salas de aula, evidente e necessária atualmente, seja para motivar o educando, para demonstrar conceitos que na realidade física não seria possível, ou ainda como uma ferramenta facilitadora da prática do professor, uma forma de trabalho que agrega diferentes ambientes é cada vez mais necessária.

Esta forma integrada de trabalhar com os diferentes ambientes tem sido denominada de hibridização do ensino ou somente de ensino híbrido e pode ser fundamentado teoricamente nos estudos de Horn e Staker (2012), sobre a evolução do ensino on-line.

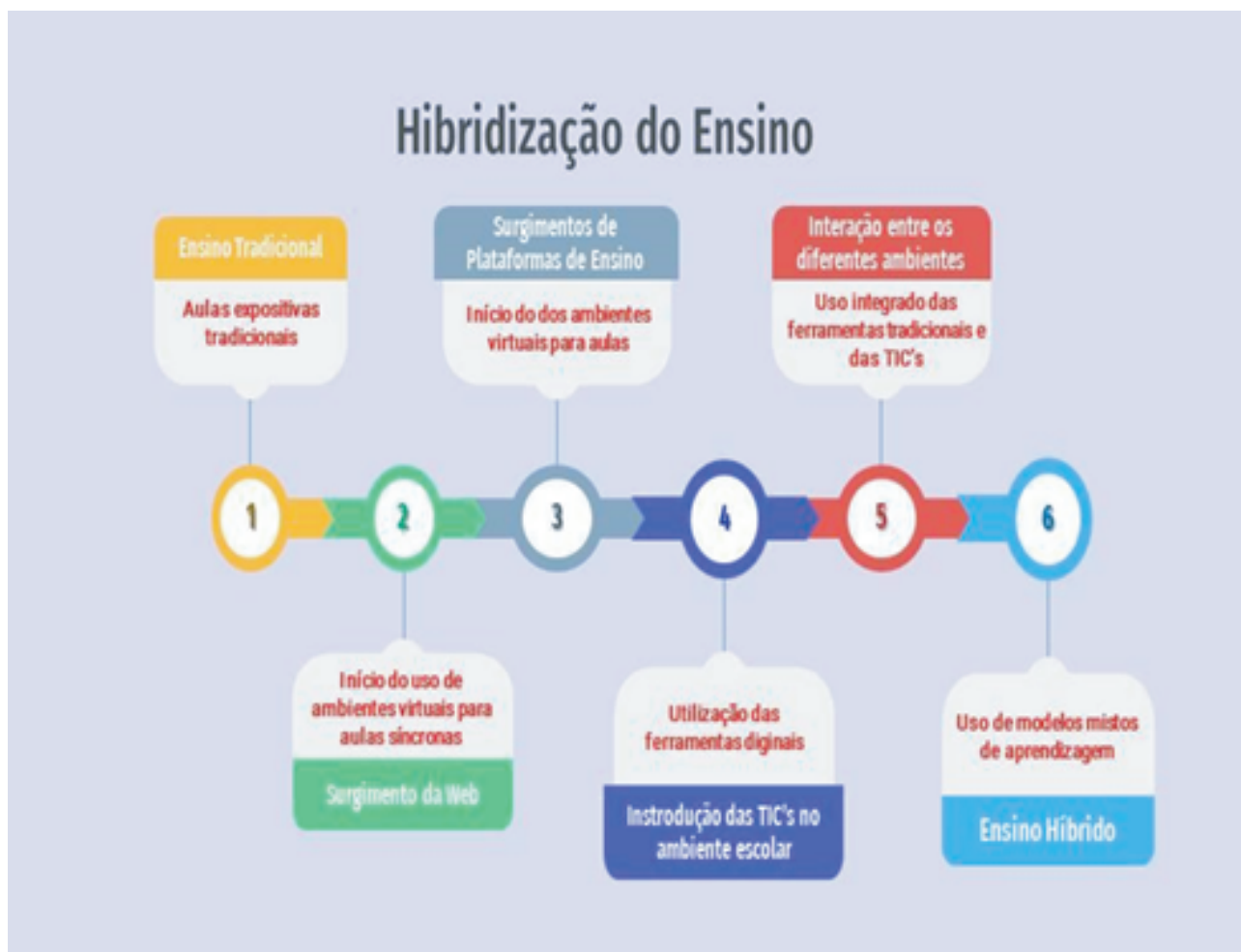
Sobre a possibilidade da educação híbrida, Moran *apud* Bachic, Tanzi Neto e Trevisam (2015, p. 27) propõe:

Híbrido significa misturado, mesclado, blended. A educação sempre foi misturada, híbrida, sempre combinou vários espaços, tempos, atividades, metodologias, públicos. Esse processo, agora, com mobilidade e a conectividade, é muito mais perceptível, amplo e profundo: é um ecossistema mais aberto e criativo (MORAN *apud* BACHIC; TANZI NETO; TREVISANI, 2015, p. 27).

Considerando-se os diversos momentos vividos pelo sistema educacional desde o surgimento e uso dos primeiros computadores, alguns pontos podem ser enfatizados como o aparecimento das ferramentas digitais, o surgimento da internet, a criação dos ambientes virtuais de ensino e a criação das plataformas virtuais e sistemas tutores de ensino.

Estes momentos nortearam uma sequência de eventos que podem ser observados na abordagem da evolução da utilização da forma híbrida de ensino no sistema educacional, o que pode ser visto na Figura 2 a seguir:

Figura 2 – Sequência de eventos na hibridização do ensino



Fonte: Elaborada pela autora (2021)

Deve de ser considerado também que no momento atual em que as atividades educativas têm sido realizadas à distância, aplicativos e programas utilizados para a comunicação por meio da internet, que já estavam sob o foco dos alunos anteriormente, tornaram-se ferramentas fundamentais para a implantação do sistema híbrido de trabalho.

Nesse contexto, assim se colocam Christensen, Horn e Staker (2013):

Ferramentas de comunicação como o Skype, WebEx e Elluminate estão tornando as reuniões virtuais simultâneas mais autênticas e baratas. Os dados dos alunos estão se tornando mais acessíveis e úteis. Em alguns casos, os conteúdos estão se tornando mais atraentes. E o ensino online está cada vez mais se fundindo aos ambientes físicos, de modo que os alunos tenham acesso aos benefícios da instituição de ensino enquanto aprendem.

Esta última evolução — que marca o advento do ensino híbrido — é particularmente importante para a ascendência do ensino online (CHRISTENSEN; HORN; STAKER, 2013, p. 6).

Assim, o uso desta forma de trabalho se torna cada vez mais constante e oportuna, pois traz consigo o diferencial de estar em conexão com o mundo em que os educandos estão inseridos, possibilitando assim que, por meio dela, o professor possa estreitar ainda mais sua ligação com seu público.

2.2.3 Uso de metodologias ativas

O uso das metodologias ativas fundamenta-se no objetivo traçado para a intervenção de propiciar aos educandos momentos de interatividade e integração, já que esta forma de trabalhar tende a dar mais ênfase à ação protagonista do educando, focando no seu envolvimento direto e ativo na realização das atividades propostas.

Deve-se considerar que os processos de aquisição de conhecimento são múltiplos, já que, a todo o momento, são apresentadas ao ser humano situações que o leva a aprender alguma coisa nova, diferente, seja no cotidiano de vida, seja no dia a dia do universo escolar de ensino.

Assim, é importante salientar que a aprendizagem ocorre por meio de várias formas, técnicas e procedimentos que podem mostrar-se ou não, capazes de auxiliar os profissionais da educação a alcançar seus objetivos. Neste contexto, assim se coloca Moran:

Os processos de aprendizagem são múltiplos, contínuos, híbridos, formais e informais, organizados e abertos, intencionais e não intencionais. O ensino regular é um espaço importante, pelo peso institucional, anos de certificação e investimentos envolvidos, mas convive com inúmeros outros espaços e formas de aprender mais abertos, sedutores e adaptados às necessidades de cada um (BACICH; MORAN, 2018, parte 1, p. 3).

O grande desafio do professor atualmente é atingir de alguma maneira esta multiplicidade também na forma de apresentar os conteúdos para seus alunos, e neste contexto, as metodologias ativas se mostram um bom conjunto de ferramentas para auxiliá-los. Camargo e Daros (2018, p. 39) propõem:

As metodologias ativas de aprendizagem se apresentam como uma alternativa com grande potencial para atender às demandas e desafios da educação atual (CAMARGO; DAROS, 2018, p. 39).

Outro importante ponto no uso das metodologias ativas está no fato destas focarem no protagonismo do aluno e não do professor, fazendo com que eles participem diretamente das práticas, da pesquisa e até mesmo, dependendo do caso, da apresentação do conteúdo que devem provavelmente aprender.

Assim, o uso destas ferramentas na intervenção pedagógica se mostra importante, uma vez que, como colocam diversos autores, mostra-se uma promissora forma de apresentação dos conteúdos a serem abordados na sua aplicação, em especial quando utilizadas com modelos flexíveis de aprendizagem, como aponta Moran e Bacich (2018, p. 4):

Metodologias ativas são estratégias de ensino centradas na participação efetiva dos estudantes na construção do processo de aprendizagem, de forma flexível, interligada e híbrida. As metodologias ativas, num mundo conectado e digital, expressam-se por meio de modelos de ensino híbridos, com muitas possíveis combinações. A junção de metodologias ativas com modelos flexíveis e híbridos traz contribuições importantes para o desenho de soluções atuais para os aprendizes de hoje (BACICH; MORAN, 2018, p. 4).

Uma vez que o uso destas metodologias é sinalizado como sendo promissor em especial quando feito em um modelo híbrido de trabalho, como o usado na intervenção didática, esta forma integrada de trabalho foi escolhida para a pesquisa.

2.2.4 Metodologias ativas escolhidas

Ao se analisar o leque de metodologias ativas disponível na literatura, focou-se nas modalidades que mais se adequavam ao método escolhido para ser trabalhado, ou seja, que pudessem ser utilizadas nos dois ambientes de trabalho, proporcionando maior interação entre os alunos e com maior potencial de dinamizar as aulas propostas.

Assim, em relação ao método de trabalho, foram escolhidas para serem utilizadas de forma conjunta na intervenção didática, ao todo, 4(quatro) metodologias diferentes, sendo elas:

- a Sala de Aula Invertida (FC), que tem Bergmann e Sams (2012) como divulgadores importantes;
- o Ensino sob Medida (EsM), idealizado por Gregor Novak (1999);
- a Rotação por Estação (RT), modelo de trabalho rotacional de ensino híbrido trazido por Horn e Staker (2012); e,
- a Instrução pelos Colegas (IpC), apresentado por Erik Mazur (1997).

O uso desta variedade de metodologias ativas é corroborado no pensamento de Moran, quando este indica a importância da diversidade de técnicas, vez que, apesar da importância de cada uma delas, estas não podem ser indicadas como soluções únicas para as dificuldades do professor em lidar com a nova forma de ensinar. Desta forma se coloca Moran:

A diversidade de técnicas pode ser útil, se bem equilibrada e adaptada entre o individual e o coletivo. Cada abordagem – problemas, projetos, design, jogos, narrativas – tem importância, mas não pode ser superdimensionada como única (BACICH; MORAN; 2018, parte 1, p. 12).

Como a intervenção apresenta momentos em que os educandos trabalham tanto de forma individualizada, como de forma coletiva, as 4 (quatro) metodologias escolhidas apresentam um perfil de trabalho mais voltado para este cenário. Assim, veremos a seguir a análise de cada uma das metodologias escolhidas individualmente.

2.2.4.1 Sala de Aula Invertida

No ranking das muitas das ferramentas utilizadas para modificar as aulas expositivas tradicionais, a Sala de Aula Invertida é considerada de simples aplicação, e visa mudar os paradigmas das aulas presenciais, modificando sua antiga lógica e trazendo-a para os moldes das aulas mais dinâmicas, como colocam Oliveira, Araujo e Veit:

A Sala de Aula Invertida é uma metodologia de ensino que inverte a lógica tradicional de ensino. O aluno tem o primeiro contato com o conteúdo que irá aprender através de atividades extraclasse, prévias à aula. Em sala, os alunos são incentivados a trabalhar colaborativamente entre si e contam com a ajuda do professor para realizar tarefas associadas à resolução de problemas, entre outras (OLIVEIRA, ARAUJO; VEIT, 2016, p. 5).

O seu principal objetivo é fazer com que os alunos tenham contato com o conteúdo a ser utilizado em suas aulas, seja ele impresso ou digital, de forma prévia, em local diverso ao das aulas, passando a discutir com os seus pares e o professor em sala de aula.

A definição de Sala de Aula Invertida é assim apresentada no trabalho de Bergmann e Sams:

Basicamente, o conceito de sala de aula invertida é o seguinte: o que tradicionalmente é feito em sala de aula, agora é executado em casa, e o que tradicionalmente é feito como trabalho de casa, agora é realizado em sala de aula. Como você verá, porém, há mais que isso a ser invertido (BERGMANN; SAMS, 2018, p. 33).

Com esta prática, a sala de aula se torna um local de interação, discussão e de resolução de atividades, de um modo geral em grupo, possibilitando assim, ao professor tornar a aula presencial muito mais dinâmica e atraente para os alunos, e produtiva para si, que poderá trabalhar com a análise do tema, utilizando-se, por exemplo, dos diversos pontos de vista trazidos pelos alunos. Desta forma, o tempo presencial do professor com seus alunos pode ser melhor planejado e aproveitado, tirando-o do papel de mero expositor de conteúdos e o trazendo

para o papel de orientador, auxiliando seus educandos na realização das tarefas, como bem colocam Oliveira, Araujo e Veit:

Na Sala de Aula Invertida, o docente torna-se responsável por criar, selecionar e organizar o estudo, bem como auxiliar os estudantes, sanando as dúvidas deles e concentrando mais atenção às especificidades de cada um nos encontros presenciais (OLIVEIRA, ARAUJO; VEIT, 2016, p. 5).

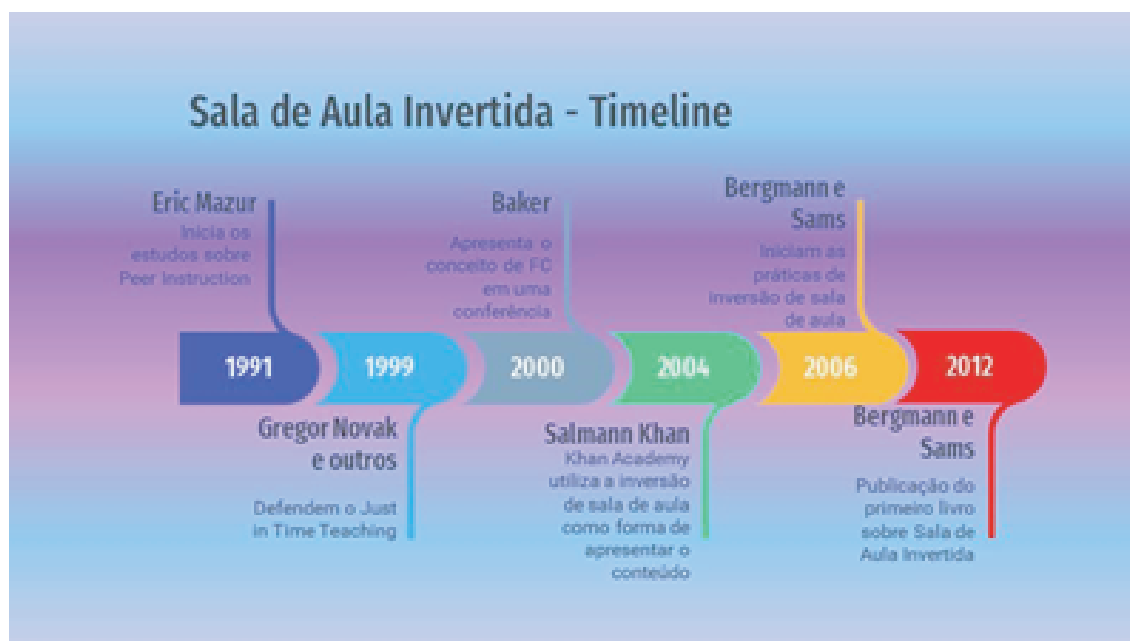
O que ocorre neste formato é a transferência de eventos que anteriormente ocorreriam nas aulas expositivas e sob o controle do professor, para um ambiente mais perto do aluno e sob o seu domínio, onde ele passa a ser responsável por sua ocorrência, conferindo-lhe certo grau de autonomia.

Quanto ao papel do aluno na aplicação da sala de aula invertida, Bergmann e Sams assim relataram em seu trabalho:

Nitidamente, a aula gira em torno dos alunos, não do professor. Os estudantes têm o compromisso de assistir aos vídeos e fazer perguntas adequadas. O professor está presente unicamente para prover feedback especializado. Também compete aos alunos a realização e apresentação dos trabalhos escolares (BERGMANN; SAMS, 2018, p. 37).

Observando o processo de origem desta metodologia, pode-se verificar que esta forma de apresentar o conteúdo não é recente, seus primórdios têm origem no início da década de 90 como aponta Schmitz (2018) em seu trabalho. Essa evolução está representada na Figura 3 a seguir.

Figura 3 – Evolução do conceito de Sala de Aula Invertida ao longo dos anos segundo Schmitz



Como coloca Bergmann (2018), atualmente os alunos interagem deste cedo com o mundo tecnológico, crescendo lidando com a web e o mundo virtual com muita facilidade e praticamente o tempo todo em sua rotina de vida pessoal, mas, ao chegar ao seu universo estudantil estes alunos acabam por ter de se desligarem de todo o seu modo de vida e entrar em uma forma de trabalhar e se comunicar completamente fora do seu contexto de vida. Neste contexto, inverter a sala de aula faz com que os alunos não se sintam tão distantes de seu universo.

Quando é feita uma análise comparativa rápida e resumida entre o modelo tradicionalmente utilizado para exposição de conteúdo e o modelo em que é utilizada a Sala de Aula Invertida é possível construir um cenário como o apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Comparação entre o Ensino Tradicional e a Sala de Aula Invertida

Ensino Tradicional	Sala de Aula Invertida (FC)
O professor é o detentor do conhecimento e de sua aplicação.	O professor é o condutor e facilitador do conhecimento.
É na escola que ocorre a transmissão de conhecimento.	Em casa são realizadas pesquisas, leituras, apresentação de vídeos.
Os exercícios, trabalhos, projetos e resolução de problemas são feitos em casa.	Os exercícios, trabalhos, projetos e resolução de problemas são feitos e debatidos na escola e junto com os outros alunos e o professor.

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Com base nesta análise comparativa e nos objetivos traçados para a intervenção a Sala de Aula Invertida foi escolhida como a metodologia ativa base para a estruturação do trabalho, sendo colocada como ponto de partida para cada etapa da aplicação da intervenção.

2.2.4.2 Ensino sob Medida

Esta metodologia não foi, primeiramente, idealizada para ser utilizada no âmbito educacional comum, mas para servir como uma forma diferenciada de adequar as campanhas de vendas tradicionalmente utilizadas ao público-alvo da empresa que fornecia tal produto.

Conforme Santos e Matheus os primeiros passos desta filosofia de trabalho foram dados logo após o final da Segunda Guerra Mundial no Japão, como ferramenta de redução de desperdício no sistema de produção industrial, no intuito de reduzir custos e economizar tendo em vista o momento difícil pelo qual o país passava.

Segundo Alves (2015), nos anos 70, o sistema *Just in time*, foi direcionado para ser utilizado como sistema de gestão na Toyota Motor Company, no Japão, pelo Sr. Taiichi Ono. Posteriormente o conceito de *Just in time* se expandiu, e hoje é mais uma filosofia gerencial, de produção e gestão empresarial conforme aponta Martins (2003, p. 217). No entanto, seu uso acabou migrando também para o âmbito escolar, onde foi adaptada para esse novo ambiente de trabalho.

A ideia de se apresentar um material mais adequado às necessidades do grupo que se quer ensinar começou a ser traçada na década de 50, voltada principalmente para a gestão de produção, visando a flexibilidade na fabricação de veículos, surgindo assim a filosofia de se fabricar apenas o que era pedido pelo mercado trabalhado, com qualidade, evitando-se excessos e de forma rápida, ou seja, de forma adequada às necessidades do momento – “*Just in Time*”.

Na década de noventa, Gregory M. Novak (1999) e seus colaboradores propuseram o “*Just in Time Teaching - JiTT*”, objetivando a melhoria da aprendizagem em sala de aula por meio do uso da tecnologia, tendo sido elaborado de forma a desenvolver no aluno as habilidades de trabalho em grupo e comunicação oral e escrita, proporcionando maior autonomia transferindo-lhe um maior grau de responsabilidade na organização de sua aprendizagem (OLIVEIRA, 2015).

No Brasil o “*Just in Time Teaching - JiTT*” é usualmente chamado de Ensino sob Medida, nesta metodologia de ensino são propostos momentos de interação professor/aluno antes das aulas expositivas objetivando a análise das suas necessidades referentes ao tema a ser abordado em sala de aula, para que assim o professor possa planejar e elaborar suas aulas a partir do conhecimento destas dificuldades, dando mais foco às suas exposições, possibilitando uma redução em sua duração e aumentando seu alcance.

Como coloca Marrs (2004, p. 49):

JITT é uma técnica de ensino e aprendizagem que usa a internet para melhorar o sucesso dos alunos em cursos de ciências da faculdade, aprimorando e estendendo o ensino em sala de aula pela *Web* (Tradução nossa) (MARRS, 2004, p. 49).

Assim, o Ensino sob Medida é colocado como uma metodologia de ensino e aprendizagem que visa melhorar o sucesso do estudante nas aulas de Ciências em sua escola, utilizando a internet para expandir os domínios da sala de aula do aluno.

Após utilizarem, por meio da internet, determinado material prévio onde é apresentado o conteúdo a ser trabalhado na sala de aula, os alunos respondem um grupo de questões conceituais cujas respostas irão auxiliar ao professor a otimizar o seu tempo de trabalho, pois, por meio da análise das respostas dadas ele pode organizar ou replanejar suas

aulas, focando nos pontos onde seus alunos demonstraram dificuldades (OLIVEIRA, 2015).

Um ponto muito importante neste método é exatamente o fato de ter a possibilidade de elaborar as suas aulas expositivas do ponto de vista das dificuldades e conhecimentos de seus próprios alunos, adequando-as às suas necessidades e proporcionando o preparo de atividades voltadas ao ataque de dificuldades específicas.

Quadro 2 – Comparação entre o Ensino Tradicional e o Ensino sob Medida

Ensino Tradicional	Ensino Sob Medida (ESM)
O conteúdo é apresentado ao aluno diretamente na sala de aula.	O aluno tem contato prévio com o conteúdo de sua aula através tarefas prévias.
O material expositivo elaborado de forma genérica, considerando a possibilidade de um conhecimento prévio homogêneo da turma.	O material expositivo é elaborado de forma mais específica, considerando as informações anteriormente obtidas nas tarefas previamente apresentadas.
As aulas expositivas são longas, diminuindo o tempo para a aplicação do conteúdo apresentado.	As aulas expositivas podem ser mais curtas restando mais tempo a ser destinado à aplicação do conteúdo apresentado.
Há a necessidade de um acompanhamento mais intenso na elaboração das tarefas devido ao curto espaço destinado à aplicação do conteúdo.	O tempo de acompanhamento na realização das tarefas pode ser reduzido pois a análise da aplicabilidade do conteúdo é maior.
Em geral os alunos apresentam-se menos motivados tendo em vista terem mais dificuldade na resolução de suas atividades.	Há uma maior motivação tendo em vista que os alunos conseguem resolver mais facilmente suas atividades uma vez que suas dificuldades foram atacadas mais diretamente.

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

2.2.4.3 Rotação por Estação

Este é um dos modelos de rotação propostos para se realizar a hibridização do ensino, como coloca Bacich (BACICH; TANZI NETO; TREVISANI, 2015, p. 53). Partindo da interação do modo presencial de trabalho com o modo virtual, os alunos revezam a realização das atividades conforme as orientações e diretrizes traçadas pelo professor.

Ele foi trazido por Horn e Staker em seu trabalho de 2012, em que classificam esta metodologia como um modelo rotacional de trabalho, onde os alunos se alternam em um horário fixo ou, a critério do professor, entre as modalidades de aprendizagem apresentadas.

Neste modelo de trabalho, as atividades podem envolver diversos tipos de tarefas, porém, necessariamente, deverá incluir pelo menos uma atividade *on-line*. A turma é separada em grupos, e estes realizam as suas atividades em momentos diferentes conforme o direcionamento traçado.

Esta estrutura de trabalho, utilizada atualmente em uma rotação por estação, foi uma sugestão apresentada por Bailey em 2013, como forma de implantação da educação híbrida em escolas.

As estações componentes da metodologia podem envolver atividades audiovisuais como assistir a um determinado vídeo, escutar uma música ou podcast; artísticas como a elaboração de um desenho, por exemplo; experimentais, entre outras, sendo que o número de estações está diretamente vinculado à quantidade de alunos pertencentes à turma em que será realizada.

O tempo de cada estação também deve ser pensado considerando-se o número de alunos componentes dos grupos, para que assim seja ofertada a todos do grupo, a chance de participar igualmente da atividade.

2.2.4.4 Instrução pelos Colegas

A Instrução pelos Colegas é outra denominação dada ao método conhecido por Instruções por Pares – “*Peer Instructions*”, no qual, conforme as ideias de Camargo (2018), o foco principal é o engajamento do aluno em seu processo de aprendizagem, com a diminuição do papel do professor como divulgador do conhecimento.

Esta metodologia foi desenvolvida por Eric Mazur na década de 1990 e utiliza a potencialização das interações aluno/aluno e aluno/professor, ponto em que se afasta das situações tradicionais da sala de aula, onde este tipo de situação praticamente não ocorre, e o professor atua de forma expositiva unidirecional, com uma mínima participação do aluno.

A Instrução pelos Colegas são os próprios alunos que, após terem realizado um questionário conceitual com correção em tempo real, ao discutirem entre si o conteúdo apresentado previamente, fazem a apresentação destes temas para os colegas com mais dificuldades, da sua própria maneira, em sua própria linguagem.

De modo geral, o IpC pode ser descrito como um método de ensino baseado no estudo prévio de materiais disponibilizados pelo professor e apresentação de questões conceituais, em sala de aula, para os alunos discutirem entre si. Sua meta principal é promover a aprendizagem dos conceitos fundamentais dos conteúdos em estudo, através da interação entre os estudantes (ARAUJO; MAZUR, 2013, p. 367).

Na Instrução pelos Colegas, a aula é iniciada com uma exposição breve do tema a ser trabalhado, que é previamente apresentado ao aluno por via digital ou não, logo após esta exposição é realizado um teste conceitual individual sobre o tema e uma votação sobre as respostas dadas para as perguntas realizadas.

Estas respostas são analisadas em tempo real por meio de aplicativo, *flashcards*, *clike-rs*, ou contagem manual dos votos dados. Feita a análise dos resultados, dependendo da porcentagem de acertos; no relato de Mazur (2013), poderão ser traçadas três diferentes etapas a serem seguidas: uma nova exposição verbal, uma atividade dinâmica entre os alunos ou o prosseguimento da aula com a apresentação de um novo tema seguindo o processo acima descrito.

A determinação de qual das três etapas citadas será a seguinte no processo é feita por meio da porcentagem dos acertos do teste conceitual que deverá ser respondido através de qualquer meio que possibilite uma análise rápida e prática, podendo ser um aplicativo por exemplo. Caso esta porcentagem seja menor que 30%, o professor deverá expor novamente o tema, preferencialmente de forma diferente da realizada da primeira vez. Se o percentual de acertos obtido for acima de 70%, o professor poderá seguir normalmente sua aula com a exposição de um novo tema.

No entanto, se o percentual ficar entre 30% e 70%, o professor deverá proceder a interação entre os alunos, sem que estes saibam a resposta correta, debatendo sobre o teste. Nesta etapa o professor poderá formar grupos, preferencialmente heterogêneos em relação às respostas do primeiro teste, e os alunos terão como objetivo alcançar uma melhor compreensão dos conceitos apresentados na questão apresentada.

Quadro 3 – Comparação entre o Ensino Tradicional e a Instrução pelos Colegas

Ensino Tradicional	Instrução pelos Colegas (IpC)
<p>O tema da aula é apresentado através de uma ou mais exposições orais longas e genéricas.</p> <p>A avaliação de todo conteúdo apresentado é feita no fim somente da exposição do tema, sem momentos de interação entre os alunos e avaliações intermediárias.</p>	<p>O tema da aula é apresentado através de uma exposição oral curta e mais objetiva.</p> <p>É feita uma avaliação individual conceitual com análise do resultado em tempo real. Conforme o resultado do teste conceitual poderá ocorrer:</p> <ul style="list-style-type: none">● a continuação da aula com a apresentação de um novo tema;● uma nova exposição oral do tema, novamente curta, porém diferente da anteriormente utilizada;● um momento de interação e debate entre os alunos.

3 Sequência Didática

Neste capítulo apresentamos uma Sequência Didática focada no desenvolvimento dos conceitos de óptica geométrica e astronomia utilizando um ambiente híbrido de trabalho combinado com o uso de metodologias ativas. Delineamos um conjunto de atividades que fazem parte do nosso repertório para ensinar conceitos de óptica de uma forma que privilegie a participação e a autonomia dos educandos.

A SD foi planejada em 11 etapas e sua aplicação foi distribuída por um total de 16 aulas de 50 minutos, 06 apresentadas em ambiente virtual e 10 apresentadas no ambiente físico escolar (Quadro 4).

Quadro 4 – Resumo da Sequência Didática

Etapas	Conceitos	Tempo de aula (min)	Metodologia usada	Atividade
1	Cadastro dos alunos na sala virtual	50	Sala Real e Sala Virtual (Google Classroom)	
2	Natureza da Luz Atividade virtual preparatória	50	Sala Virtual FC	TL1 Quest 1
3	O fenômeno dos Eclipses Atividade virtual preparatória	50	Sala Virtual FC	TL2-1 Quest 2 TL2-2 Quest 3
4	Eclipses Atividade prática presencial	100	Sala Real EsM Modelagem com bolas de isopor Simulação Computacional	Roteiro 1
5	Dispersão da Luz e Espectro Luminoso Atividade virtual preparatória	50	Sala Virtual FC	TL3 - texto Quest 4
6	Cores Atividade prática presencial	100	Sala Real RE Est. 1 - Vídeos Est. 2 – Sombras coloridas Est. 3 – Simulação computacional Est. 4 - Experimentação	Roteiro 2 Roteiro 3 Roteiro 4 Roteiro 5

Etapas	Conceitos	Tempo de aula (min)	Metodologia usada	Atividade
7	Aplicação do Conhecimento Atividade presencial	100	Sala Real IpC1	Quest 5 Quest 6 Quest 7
8	Dispersão e Espalhamento da Luz Atividade virtual preparatória	50	Sala Virtual FC	TL4-1 TL4-2 Quest 8
9	Refração e as suas leis Atividade virtual preparatória	50	Sala Virtual FC	TL5 Quest 9
10	Refração e Lei de Snell Atividade prática presencial	100	Sala Real EsM Simulação Computacional	Roteiro 6 Roteiro 7
11	Aplicação do Conhecimento Atividade presencial	100	Sala Real IpC2	Quest 10 Quest 11 Quest 12

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

No Quadro 4 listamos as atividades que propomos para a intervenção didática com os conceitos apresentados, metodologias utilizadas, os ambientes de aplicação e atividades de cada etapa. Consideramos que essa sequência de atividades, com as devidas adaptações, pode ser utilizada em outros ambientes escolares.

3.1 Etapa 1: Apresentação da Proposta Didática e cadastro dos alunos na sala virtual – Atividade Presencial Introdutória

Iniciamos essa atividade com a exposição da proposta de trabalho e com a entrega do termo de livre consentimento. Na sequência, para integrarmos nossos estudantes ao uso do método híbrido utilizamos o restante da aula para cadastrar os alunos presentes no ambiente virtual da sala de aula do Google Classroom, o que foi realizado na sala própria sala física da turma, com cada aluno em um Chromebook e o uso do email institucional do aluno.

3.2 Etapa 2: Natureza da Luz – Tarefa de leitura e Questionário Conceitual – Atividade Virtual Preparatória

Postamos a tarefa de leitura TL1 no ambiente virtual da sala do Google Classroom juntamente com o respectivo questionário conceitual Quest1, onde os alunos cumpriram as atividades.

A seguir, apresentamos o texto postado para a realização da Tarefa de Leitura 1 (TL1). Deve ser reforçado o fato de que todas as atividades virtuais ficaram disponibilizadas para os alunos durante toda a aplicação da intervenção didática.

Tarefa de Leitura 1 (TL1)

Escola: _____

Professora: _____

Turma: _____ Data: ____/____/____ Turno: _____

Aluno: _____

A Natureza da Luz

O ser humano é um animal curioso por natureza, questionando tudo e a todos desde o seu surgimento no planeta. Muitos são os temas que instigam ainda mais esta curiosidade e um deles é a Luz. O que ela é? Pergunta que vem sendo feita pelos estudiosos desde os tempos antigos.

Em muitos momentos do desenvolvimento da sociedade humana o questionamento sobre a luz esteve em foco, e a cada instante deste uma nova hipótese ou teoria sobre o que seria luz era construída ou desconstruída conforme o pensamento vigente.

Filósofos gregos como Aristóteles, estudiosos chineses e árabes, Leonardo da Vinci o grande gênio italiano do período do Renascimento, são exemplos de como a questão sobre a definição e estudo sobre a natureza da luz instigou e ainda instiga a curiosidade humana.

Entre estes momentos um em especial deve ser visto com um pouco mais de atenção, ele aconteceu no fim do sec. XVII, onde um grande debate sobre o que seria a luz foi formado. Nele dois estudiosos importantes da época se confrontaram, eram eles: Christiaan Huygens e Isaac Newton. Cada um deles com uma teoria própria e contrária à do outro, situação que fez os bastidores do universo do estudo científico fervilhar em discussões e controvérsias!

Tarefa de Leitura 1

As ondas de Christiaan Huygens!

Christiaan Huygens foi um cientista que defendia a ideia de que a Luz seria uma onda, em 1690 ele publicou um livro em que explicava alguns fenômenos ópticos com base em um princípio que hoje é conhecido como “Princípio de Huygens”. Para Huygens a Luz possuiria algumas propriedades especiais entre elas as seguintes:

- A Luz se propaga em um meio chamado éter;
- Ela se propaga na forma de ondas esféricas;
- O movimento da Luz seria nos moldes ao das ondas de uma lagoa;
- Cada região de um corpo luminoso criaria seu próprio conjunto de ondas;
- Estas ondas luminosas não interfeririam umas nas outras.

Estes seriam os principais pontos da Teoria Ondulatória da Luz defendida por Christiaan Huygens. Mas, esta teoria tinha alguns problemas a serem resolvidos ou explicados, por exemplo, ela não conseguia explicar a formação das sombras nem a existência das cores.

Newton e seus corpúsculos de Luz!

Isaac Newton, neste mesmo período, também fazia experimentos relacionados aos fenômenos luminosos, tendo apresentado à Royal Society, em 1672, um estudo sobre um destes fenômenos. Newton foi um dos maiores opositores de Huygens e de sua teoria, e com base nos seus experimentos em que usava prismas, apresentou, também, à sociedade científica da época, uma teoria em que explicava a natureza da Luz. Em sua teoria Newton elencava as seguintes propriedades para a Luz:

- A Luz se propagava no éter;
- Ela era formada por corpúsculos (pequenos corpos);
- Os corpúsculos luminosos possuiriam cores diversas;
- Os corpos luminosos emitiriam estes corpúsculos luminosos coloridos;
- Os corpúsculos se propagariam no éter em linha reta.

Da mesma forma que a teoria defendida por Huygens, a teoria de Newton não conseguia explicar algumas situações, como por exemplo: por que um objeto que perde luz não perde peso? Por que a Luz pode ser cruzada sem se desviar? E dois fenômenos luminosos importantes como a refração e reflexão.

Tarefa de Leitura 1

E o fim da história!

Na época deste debate Isaac Newton já era um cientista respeitado e possuía mais influência em seu meio que Christiaan Huygens, e foi por isto que a sua teoria acabou por prevalecer e ser aceita como a melhor hipótese que explicaria a natureza da Luz naquele período, tanto que somente no fim do sec. XIX com novos experimentos e novas tecnologias, outras teorias foram elaboradas para explicar e tentar definir o que é a Luz.

Derrubar ou modificar uma teoria é um trabalho muito difícil, em especial quando idealiza por uma pessoa tão respeitada como Newton, porém, um grupo de cientistas liderado por Tomas Young por entender que somente se a Luz se comportasse como uma onda seria possível explicar o fenômeno da interferência, e usando o experimento da Dupla Fenda, trouxe de volta à discussão a Teoria de Huygens em meados do sec. 18.

No ano de 1862, estudando sobre a velocidade da Luz, L'eon Foucault verificou que ela era menor na água do que quando se propaga no ar, o que contrariava e supostamente derrubaria a Teoria Corpuscular de Newton.

Nos idos do final do sec. 19, trabalhos realizados por vários estudiosos entre eles Michael Faraday e por James Clerk Maxwell, levando em consideração as propriedades dos campos magnéticos e elétricos, Maxwell, que era físico e matemático, calculou a velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas e, obtendo o valor de 3×10^8 m/s, acabou por demonstrar que a luz era uma onda eletromagnética.

Mas, mais uma vez o tema natureza da luz não foi definitivamente pacificado, no início do sec. 20, Albert Einstein publicou um artigo no qual explicava suas possíveis características que, na sua visão, teria natureza corpuscular, não da mesma forma que Isaac Newton acreditava.

A partir deste momento a concepção de que a Luz possuiria propriedades tanto de onda quanto de partícula ficou mais forte, principalmente aos estudos relacionados a um ramo da Física chamado Mecânica Quântica, assim, no momento atual, considera-se que a Luz possui uma natureza dual de onda-partícula, apresentando as duas características dependendo da situação.

A seguir, apresentamos em forma de texto, o conjunto de questões do Questionário Conceitual 1 (**Quest1**) postado na sala virtual da turma em conjunto com a TL1 por meio do programa Google Formulários.

Quest1

Escola: _____

Professora: _____

Turma: _____ Data: ____ / ____ / _____ Turno: _____

Aluno: _____

Considerando o que você leu na sala virtual responda as questões abaixo:

1) Isaac Newton defendia que a luz:

- a) se movimentava de forma semelhante à água de uma lagoa
- b) ao se movimentar, o fazia na forma de ondas esféricas
- c) não apresentariam cores
- d) era formada por corpúsculos com cores definidas

2) Christiaan Huygens, outro estudioso da época de Isaac Newton, tinha uma outra forma de definir o que seria a luz, ele acreditava que:

- a) cada corpo luminoso emitia seu conjunto de corpúsculos
- b) a luz se propagava no éter na forma de ondas esféricas
- c) as ondas de luz possuiriam cores
- d) as ondas de luz se deslocariam em linha reta

3) Entre as dificuldades apresentadas pela teoria elaborada por Huygens estava o fato dela não conseguir explicar:

- a) a sua forma de propagação
- b) a formação das sombras
- c) a movimentação da luz no éter
- d) a interação entre as ondas de luz

4) A teoria defendida por Newton também apresentava alguns “furos” em sua construção, por exemplo:

- a) ela não explicava a existência das cores
- b) ela não definia o meio de propagação da luz
- c) ela não explicava como os feixes de luz podem se cruzar sem se desviarem
- d) ela não explicava como os corpos luminosos emitiriam a luz

5) Atualmente, com os estudos realizados no ramo da Mecânica Quântica, uma nova concepção sobre a natureza da Luz foi desenvolvida, para esta forma de pensar a Luz possui características de:

- a) onda
- b) corpúsculo
- c) simples
- d) onda-partícula (natureza dual)

3.3 Etapa 3: O Fenômeno dos Eclipses – Tarefa de leitura e Questionário Conceitual – Atividade Virtual Preparatória

Nesta etapa foram postadas as Tarefas de Leitura 2-1 e 2-2 (TL2-1/TL2-2) no ambiente virtual da sala do Google Classroom em conjunto com os Questionários Conceituais 2 e 3 respectivamente (**Quest2/Quest3**). A primeira tarefa de leitura em forma de texto e a segunda em forma de apresentação interativa. A seguir observamos o texto postado para a realização da TL2-1.

Atividade Virtual (Tarefa de Leitura 2)

Escola: _____

Professora: _____

Turma: _____ Data: ____/____/____ Turno: _____

Aluno: _____

Por que a humanidade sempre teve medo de eclipses?

Historicamente, eventos como o de segunda-feira estiveram ligados ao apocalipse. Uma das razões é que eclipses recordam o caos em meio à harmonia cósmica.

Reportagem Site Veja
Por Da redação
21 agosto 2017, 11h47 - Publicado em 18 agosto 2017, 17h43



Eclipses solares já estiveram ligados a ideias como um monstro que estaria devorando o Sol, punição divina ou até sinais de que o fim do mundo está próximo. (Foto: Martin Bernetti/AFP/VEJA)

Na próxima segunda-feira, a Lua passará em frente ao Sol, cobrindo totalmente seu brilho em algumas partes dos Estados Unidos. O eclipse solar total – o primeiro desde 1918 a ser visto de um lado a outro da costa americana – deve escurecer o início da tarde do país, enquanto no Brasil, quem está nas regiões Norte e Nordeste poderá ver o Sol parcialmente coberto no fim da tarde.

Atividade Virtual (Tarefa de Leitura 2)

Hoje, a ciência sabe que esse fenômeno se deve a um alinhamento previsível entre a Terra, a Lua e o Sol e que não oferece qualquer perigo. Mas, durante a maior parte da história da humanidade, quando os avançados telescópios atuais ainda não existiam e todos os conhecimentos sobre o movimento dos astros no céu eram baseados na religião e no que se podia observar a olho nu, eclipses solares eram sinônimos de caos, destruição e apocalipse.

Eclipse e o fim do mundo

Na Antiguidade, a maioria dos povos olhava para os céus em busca de harmonia e regulava a existência pela ordem da natureza a seu redor. Portanto, eventos como um eclipse eram vistos como uma grande intromissão de caos no equilíbrio cósmico. No século VII a.C., o poeta grego Arquíloco escreveu sobre um eclipse total do Sol, visto na Grécia: “Nada mais no mundo pode me surpreender. Pois Zeus, pai dos deuses olímpicos, transformou o dia em noite escura, escondendo a luz do Sol florescente e, agora, o terror escuro persegue a humanidade.” Tudo pode acontecer”,

Em um artigo na revista do Centro Smithsonian para o Folclore e Herança Cultural, o folclorista americano James Deutsch conta que eclipses solares já estiveram ligados também a ideias como a de que um monstro que estaria devorando o Sol, punição divina ou até sinais de que o fim do mundo está próximo. No Brasil e na parte Leste do Paraguai, segundo as pesquisas de Deutsch, membros das culturas Apapocúva-Guarani acreditavam que eclipses eram causados por um Morcego Eterno ou pela Onça Celeste que devoravam o Sol ou a Lua.

“Os Apapocúva têm uma visão muito pessimista sobre o futuro do mundo; eles estão firmemente convencidos de que o fim está próximo”, escreveu o especialista. “Em pouco tempo, o Grande Deus colocará fogo na Terra, libertando o morcego e a onça que destruirão as estrelas e a humanidade”.

Por mais que, desde o século VIII a. C., astrônomos e pesquisadores tenham desvendado o mecanismo dos eclipses, foi só no século XVII, após o desenvolvimento do método científico e da ciência moderna, que o fenômeno foi realmente compreendido. A expansão de jornais e periódicos também ajudou a desmistificar o fenômeno.

“No século XVII, na Europa, há registros de pessoas que faziam previsões terríveis sobre o eclipse, mas, pela primeira vez, também vemos artigos publicados afirmando: ‘isso é bobagem, é simplesmente o sistema solar funcionando’”, explica Edwin Krupp, diretor do Observatório Griffith, na Califórnia, nos Estados Unidos, ao site da britânica BBC.

Atividade Virtual (Tarefa de Leitura 2)

Antigas crenças

Até hoje, contudo, há quem ainda siga antigas crenças de que eventos astronômicos como eclipses do Sol e da Lua sejam obra dos deuses. Em algumas partes do planeta, como na Índia, mulheres grávidas são proibidas de sair na rua durante eclipses, por acreditarem que estariam vulneráveis ao fenômeno.

Há também algumas razões psicológicas que podem estar ligadas à persistência das crenças.

“Quando vemos um eclipse, nosso corpo responde ao fenômeno. Os batimentos cardíacos aumentam, há uma mudança na temperatura corporal, na respiração, as pupilas dilatam e o corpo transpira. Há uma escola de pensamento que afirma que isso ocorre porque nascemos com uma ‘compreensão física’ do mundo e, quando vemos algo que parece uma impossibilidade física – e um eclipse é como um buraco no céu – o fenômeno surpreende o cérebro, que provoca essa resposta. Todos os organismos reagem da mesma forma, mas a maneira como essa reação é interpretada varia de cultura para cultura.”, explica a astrônoma Jarita Holbrook, professora da Universidade de Western Cape, na África do Sul, à BBC.

Fonte: <https://veja.abril.com.br/ciencia/por-que-a-humanidade-sempre-teve-medo-de-eclipses/>

A segunda tarefa de leitura apresentada nesta etapa foi uma apresentação interativa construída com Gif's animados que pode ser acessada por meio do link:

https://drive.google.com/file/d/12Q0xQA_7FdL7noCcnUGq6uq7xBrVutcS/view?usp=sharing

Apresentamos a seguir, o conjunto de questões do questionário **Quest2** postado na sala virtual da turma em conjunto com a TL2-1 por meio do programa Google Formulários.

TL 2-1 (Quest 2)

Escola: _____

Professora: _____

Turma: _____ Data: ____ / ____ / ____ Turno: _____

Aluno: _____

Considerando o que você leu na sala virtual responda as questões abaixo:

1) O texto apresentado na sala virtual tem como tema central a ocorrência de um determinado tipo de fenômeno astronômico: um eclipse. Nos tempos antigos este fenômeno trazia consigo uma ideia de:

- a) paz e alegria
- b) prosperidade e sucesso
- c) terror, e destruição
- d) fertilidade e crescimento

2) No período anterior ao nascimento de Cristo, os poetas e filósofos gregos costumavam relacionar a ocorrência dos eclipses à:

- a) ideia de punição divina ou até sinais de que o fim do mundo estaria próximo
- b) ação humana no desenvolvimento das cidades
- c) ao movimento dos mares
- d) à alteração das estações do ano

3) Como é colocado no texto: “até hoje, contudo, há quem ainda siga antigas crenças de que eventos astronômicos como eclipses do Sol e da Lua sejam obra dos deuses. Em algumas partes do planeta, como na Índia, mulheres grávidas são proibidas de sair na rua durante eclipses, por acreditarem que estariam vulneráveis ao fenômeno.” Para você a que se deve a ocorrência dos eclipses?

R: _____

4) Em diversos momentos nos últimos anos, notícias e reportagens na TV, redes sociais e outras formas de comunicação divulgaram a ocorrência de eclipses. Explique com as suas palavras como estes fenômenos ocorrem?

R: _____

5) Quando você toma conhecimento sobre a possibilidade da ocorrência de algum tipo de eclipse qual a sensação que a notícia lhe traz?

R: _____

A seguir, o conjunto de questões do questionário **Quest3** postado na sala virtual da turma em conjunto com a TL2-2 por meio do programa Google Formulários.

TL2 – 2 (Quest3)

Escola: _____

Professora: _____

Turma: _____ Data: ____ / ____ / _____ Turno: _____

Aluno: _____

Considerando o que você leu na sala virtual responda as questões abaixo:

1) Eclipses são fenômenos astronômicos que:

- a) ocorrem somente quando o Sol é encoberto pela sombra da Terra
- b) ocorrem quando a Lua é encoberta pela sombra do Sol
- c) ocorrem quando o Sol ou a Lua são encobertos por suas respectivas sombras
- d) ocorrem toda vez que um astro é encoberto pela sombra de outro astro

2) Para que ocorra um eclipse total de um determinado astro ele:

- a) deverá atravessar a região de penumbra formada pela sombra do outro corpo celeste
- b) não deverá atravessar a região de umbra formada pela sombra do outro corpo celeste
- c) o tipo de eclipse independe da região de sombra atravessada pelo astro
- d) terá de atravessar a região de umbra formada pela sombra do outro corpo celeste

3) A sombra de um determinado astro projetada em outro pode ser separada em regiões com características diferenciadas sendo elas:

- a) penumbra – onde ocorre o bloqueio total da luminosidade, e umbra: onde ocorre o bloqueio parcial da luminosidade
- b) na realidade não ocorre diferença quanto ao bloqueio da luminosidade mas sim no posicionamento do observador
- c) penumbra – onde a luminosidade é parcialmente bloqueada, e umbra – onde ocorre o bloqueio total da luminosidade
- d) as diferenças quanto à luminosidade percebida pelo observador dependem do posicionamento do astro observado

4) Em um eclipse lunar total a sombra de nosso planeta é projetada sobre a Lua, neste momento a Terra está funcionando como:

- a) um meio transparente e por isto ela forma uma região de penumbra
- b) um meio opaco por isto ocorre a formação de uma região de umbra
- c) um meio translúcido deixando passar totalmente a luminosidade
- d) um meio translúcido que acaba por bloquear parcialmente a luminosidade

3.4 Etapa 4: Eclipses – Atividade Presencial Prática – Simulação Computacional e Modelagem com Isopor

Esta etapa, realizada em ambiente físico, na sala habitualmente utilizada para abrigar a turma de trabalho, é composta de uma exposição oral curta realizada pela professora onde são abordados os temas das tarefas de leituras apresentadas nas etapas anteriores; e de uma atividade prática roteirizada, onde são apresentadas uma simulação computacional e uma modelagem com bolas de isopor cujo roteiro (**Rot1**), está exposto a seguir.

A atividade prática foi idealizada para ser realizada em grupos de cinco alunos podendo ser adaptada para grupos menores ou maiores conforme a necessidade do professor, em uma sala de aula, mas, este ambiente físico utilizado também pode ser adaptado caso seja desejo do professor.

TL2-2 (Rot1)

Escola: _____

Professora: _____

Turma: _____ Data: ____ / ____ / _____ Turno: _____

Aluno: _____

Objetivo Geral

Entender a dinâmica da ocorrência dos eclipses através da utilização de um simulador e de uma atividade experimental.

Objetivos específicos

- 1) Utilizar o Solar Scope para visualizar o movimento dos corpos celestes envolvidos no fenômeno.
- 2) Identificar com o simulador os eclipses solar e lunar.
- 3) Usar o aparato experimental para identificar o papel desempenhado pela sombra projetada na formação do eclipse
- 4) Identificar o papel desempenhado pela Lua e a Terra na ocorrência de um eclipse.
- 5) Verificar o princípio da propagação retilínea da luz.

Introdução

A partir das atividades a seguir os temas apresentados na sala virtual poderão ser analisados de forma prática. Realizando as simulações e construindo o modelo experimental pedido será possível demonstrar os princípios e conceitos trazidos nas tarefas de leitura de forma simples e dinâmica.

Acessando a simulação

Esta atividade usa simuladores do Sistema Solar em celulares, tablets e notebooks para o estudo da dinâmica da ocorrência dos diversos tipos de eclipses.

TL2-2 (Rot1)

Atividade 1: Observando um Eclipse

Insira os dados da tabela no simulador e observe o comportamento dos Astros na tela. Aproveite o espaço abaixo e descreva o que você observou.

Data	Tipo	Horário	Local
02/07/2019	Solar	17:38h	América do Sul
21/01/2019	Lunar	05:30h	

Atividade 2: Aplicando o conhecimento

Agora que a dinâmica da ocorrência de um eclipse foi demonstrada nas simulações realizadas na atividade acima chegou o momento de aplicar o conhecimento conceitual contido neste fenômeno de forma prática. Através da construção do modelo experimental proposto abaixo será possível verificar os efeitos dos conceitos estudados.

Material utilizado:

- Bolas de isopor de diferentes tamanhos
- Palitos de madeira para churrasco
- Lanterna ou celular

Usando o material acima descrito, construa as maquetes dos tipos de eclipses observados na atividade anterior e estudados na sala virtual, respondendo às perguntas a seguir.

1) No modelo construído para a representação do eclipse lunar a Terra tem um papel essencial, pois atua como meio opaco. Qual o fundamento para esta classificação?

R: _____

2) As lanternas, ao serem utilizadas nos modelos construídos atuaram representando o Sol, sendo a fonte da luminosidade necessária ao fenômeno. Como atua o Princípio da Propagação da Luz na ocorrência dos eclipses?

R: _____

TL2-2 (Rot1)

Atividade 3: Aprofundando os conceitos

Uma vez que os conceitos apresentados já foram observados e praticados, é a vez de aprofundá-los realizando a análise das frases abaixo, reescrevendo-as de forma correta.

“O eclipse solar ocorre quando a lua se posiciona na região de sombra da Terra”.

“Para se ter um eclipse, a Lua, o Sol e a Terra não devem estar alinhados”.

“Não é por causa da formação de áreas de sombra e de penumbra que ocorrem os eclipses”.

“O fato da luz “andar” em linha reta não possibilita a ocorrência dos eclipses”.

Para a realização da simulação computacional, que está prevista para ser de forma individualizada, o professor deve estar atento ao uso do programa, auxiliando os alunos nas dificuldades que porventura demonstrem, desta forma é importante que o professor se familiarize com o programa antecipadamente e que este disponibilize aos alunos um tempo mínimo de 15 minutos para se ambientarem com o simulador.

Na realização da modelagem com bolas de isopor, prevista para ser feita coletivamente, com os alunos dispostos em grupos de cinco componentes, que deverão construir os cenários solicitados espetando as bolas que representam cada um dos astros envolvidos no fenômeno, devendo o professor intervir no que achar necessário para melhor realização da prática.

Para esta atividade serão necessários, para cada grupo de alunos formado, os materiais a seguir relacionados.

- 01 bola de isopor de 15cm de diâmetro
- 01 bola de isopor de 5cm de diâmetro
- 01 palito de madeira para churrasco
- 01 lanterna pequena ou do celular

A atividade 3 do roteiro deverá ser realizada de forma individual com os alunos em seus locais rotineiros de estudo se for o caso.

3.5 Etapa 5: Dispersão da Luz e Espectro Luminoso – Atividade Virtual Preparatória – Tarefa de Leitura e Questionário Conceitual

Seguindo o procedimento desenvolvido para a realização das tarefas de leitura, postamos a Tarefa de Leitura 3-1 (TL3-1) no ambiente virtual da sala do Google Classroom com seu Questionário Conceitual 4 (Quest4), conforme observamos a seguir:

Atividade Virtual (TL3-1)

Escola: _____

Professora: _____

Turma: _____ Data: ____ / ____ / ____ Turno: _____

Aluno: _____

Dispersão da Luz

Como foi visto Isaac Newton foi um grande estudioso no campo da óptica por volta do sec. XVII, tendo observado em suas experiências que a luz, ao atravessar um prisma, se separa em diversas cores. Isto ocorre porque, ao atravessar o objeto, a luz sofre uma mudança em sua velocidade de propagação, separando-se em vários raios de cores diferentes, estas cores podem ser observadas naturalmente toda vez que um Arco-íris é formado no céu por exemplo.

É a dispersão da luz que dá origem ao arco-íris, ele acontece porque a luz, ao atravessar as gotículas de água existentes no ar, altera sua velocidade de propagação mudando sua trajetória e separa-se em suas cores componentes, quando ela volta a se propagar no ar ela já está separada, formando o fenômeno.

Figura 1 - Origem do arco-íris



Fonte: BOCAFOLI (2022)

A este conjunto de cores formado chamamos de espectro da luz. Assim, pode-se conceituar dispersão da luz como sendo um fenômeno óptico em que ela é separada em suas cores componentes, o seu espectro, quando passa por meios transparentes diferentes e acaba por alterar sua velocidade de propagação.

Atividade Virtual (TL3-1)

Espectro Luminoso

Sendo uma onda, a luz branca possui um determinado comprimento de onda, e como ela é composta por várias cores, cada uma delas possui um determinado comprimento de onda diferente, a faixa de comprimento de onda na qual é possível ver estas cores é conhecida como espectro luminoso.

Figura 2 - Decomposição da luz com um prisma



Fonte: Só Biologia (2022)

O olho humano é capaz de observar uma determinada faixa de comprimentos de onda, é o chamado espectro de luz visível, ele se localiza entre os comprimentos de onda de 350nm e 700nm de tamanho, sendo que pode haver variação de pessoa para pessoa.

A seguir, o conjunto de questões do questionário **Quest4** postado na sala virtual da turma em conjunto com a tarefa de leitura TL3-1, conforme procedimento elaborado para sua realização.

TL3 (Quest 4)

Escola: _____

Professora: _____

Turma: _____ Data: ____/____/____ Turno: _____

Aluno: _____

Considerando o que você leu na sala virtual responda as questões abaixo:

1) o aparecimento de um arco-íris é devido à dispersão, que é:

- a) a decomposição da luz em suas componentes
- b) a reunião das componentes da luz
- c) a decomposição da luz quando passa por meios transparentes diferentes e altera sua velocidade de propagação
- d) é o desvio da luz

2) A luz branca é composta por um conjunto de cores ao qual é denominado:

- a) feixe de luz
- b) espectro de luz
- c) raios de luz
- d) componentes da luz

3) O olho humano é capaz de observar e identificar as cores que possuem comprimento de onda entre:

- a) 350 nm a 700 nm
- b) 200 nm a 400 nm
- c) 250 nm a 500 nm
- d) 100 nm a 300 nm

4) Isaac Newton foi o primeiro a perceber que a luz, ao atravessar meios transparentes diferentes pode se decompor em um conjunto de cores, isto ocorre:

- a) devido à alteração na sua velocidade de propagação
- b) devido à alteração na trajetória
- c) devido à alteração no espectro luminoso
- d) devido à alteração no espectro visível

5) O espectro de luz visível é:

- a) o conjunto de cores que forma a luz
- b) o conjunto de raios luminosos
- c) o conjunto de cores que podem ser observados por instrumentos técnicos
- d) o conjunto de cores que podem ser observados pelos olhos

3.6 Etapa 6: Cores – Rotação por Estação – Atividades Presenciais Práticas

Esta etapa é composta por uma exposição oral curta realizada pelo professor onde são abordados os temas identificados na análise das tarefas de leituras anteriores para retomada e reforço, além da explanação sobre como se dá a realização da atividade; e, de quatro atividades práticas roteirizadas, apresentadas no modelo rotacional, que são uma apresentação de vídeo, uma simulação computacional e duas experimentações.

As práticas foram idealizadas para realização por quatro grupos de cinco alunos, também com possibilidade de adaptação para grupos menores ou maiores conforme a necessidade do professor e o ambiente físico utilizado para aplicação também pode ser adaptado conforme a necessidade.

Cada atividade proposta, denominadas estações, apresentadas conforme a distribuição dada pelo Quadro 5, possui seu roteiro e forma de realização que são apresentados adiante, porém, esta organização pode ser alterada conforme a escolha do professor, especialmente para a adequação do tempo disponibilizado para cada estação em relação ao número de grupos e alunos que as realizarão.

Quadro 5 – Distribuição das atividades realizadas na etapa 6 - rotação por estação

Atividade	Prática	Tema	Tempo de realização
Aula	Exposição oral	Temas abordados na tarefa de leitura	15 min
Estação 1	Apresentação de vídeo	Cores dos objetos	15 min
Primeira troca			05 min
Estação 2	Experimentação	Sombras coloridas	15 min
Segunda troca			05 min
Estação 3	Simulação Computacional	Cores primárias e secundárias	15 min
Terceira troca			05 min
Estação 4	Experimentação	Cores aditivas e subtrativas	15 min
Quarta troca			05 min
Tempo total:			95 min

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

3.6.1 Estação 1 – Apresentação de vídeo

Para esta atividade, entregamos aos alunos o Roteiro 2 (**Rot2**), para ser respondido individualmente após debaterem o primeiro conjunto de questões apresentadas antes de assistirem ao vídeo disponibilizado por meio de computadores de mesa, em frente aos quais os alunos se posicionam. Estes computadores podem ser substituídos por notebooks, tablets ou até mesmo um projetor ou celulares conforme o caso.

Assistido o vídeo cada grupo responde, após debate entre seus membros, o segundo conjunto de perguntas constante do roteiro, fazendo isso também individualmente. O roteiro disponibilizado para os alunos se encontra a seguir.

Estação 1: Vídeo | Tema: Cores dos objetos (**Rot-2**)

Escola: _____

Professora: _____

Turma: _____ Data: ____ / ____ / _____ Turno: _____

Aluno: _____

Objetivo Geral

Analisar os conceitos de absorção e reflexão da luz através da utilização de vídeo.

Introdução

Através da visualização do vídeo que será apresentado nesta estação, você poderá analisar o processo de identificação das cores dos objetos pelos olhos humanos e, em seguida, verificar sua compreensão sobre o tema respondendo às perguntas contidas no roteiro.

Atividade: Verificando o conhecimento

Olá estudante, a partir deste momento, usando o que foi estudado na sala virtual e visto no vídeo desta estação, teste seu conhecimento sobre o assunto abordado respondendo às perguntas a seguir.

1) Para que seja possível observar os objetos e identificar a sua cor é necessário que ele esteja iluminado, o que, de forma geral, é feito com a luz branca. Explique de que é composta a luz branca.

R: _____

2) Ao incidir em um determinado objeto, a luz branca emite sobre ele o chamado “espectro luminoso”. Com suas palavras, diga o que é este espectro.

R: _____

Estação 1: Vídeo | Tema: Cores dos objetos (**Rot-2**)

3) Ao se iluminar um determinado objeto ou lugar dois fenômenos podem ocorrer com a luz emitida. Quais são eles e como ocorrem?

R: _____

4) De acordo com o que foi apresentado no vídeo, dois fatores estão relacionados com a identificação das cores dos objetos. Quais seriam eles para você?

R: _____

3.6.2 Estação 2 – Experimentação 1 – Sombras Coloridas

Para melhor realização desta e das duas práticas seguintes, caso o professor queira, poderá fazer um trabalho conjunto com os professores/as da disciplina de Artes, apresentando sucintamente para os alunos a teoria das cores de forma preparatória, para que assim sejam evitados equívocos relacionados à identificação das cores apresentadas e formadas durante estas atividades.

Esta atividade precisa ser realizada com o auxílio de um aparato construído pela professora e que foi disponibilizado aos alunos em um ambiente onde o grau de luminosidade pode ser controlado. Na construção deste aparato foram utilizados os seguintes materiais:

- 01 caixa retangular em MDF com tampa, com três perfurações de igual tamanho em uma das laterais e também na tampa
- 03 bocais para lâmpadas
- 03 lâmpadas de tamanho médio nas cores vermelha, azul e verde
- 03 metros de fio elétrico
- 03 interruptores (liga/desliga)
- 01 terminal macho para tomada
- 03 retângulos de papel cartão preto

Em cada perfuração da lateral da caixa é instalado um bocal e, em cada perfuração da tampa é instalado um interruptor liga/desliga. Estes bocais são interligados entre si e com os interruptores por meio do fio elétrico no qual será instalado em seu final o terminal macho para tomada.

Para completar o aparato, é colocada em cada um dos bocais uma lâmpada colorida na sequência vermelha, azul e verde, que é envolta por um retângulo de papel cartão preto.

Apresentamos aos alunos o Roteiro 3 (**Rot3**) elaborado no modelo Predizer-Interagir-Explicar (PIE), com três períodos de atuação do aluno: o predizer, o interagir e o explicar, que ocorrem respectivamente, antes, durante e depois da realização da prática, conforme as orientações contidas no mesmo. À medida que o aluno lê o roteiro e se apropria do seu conteúdo, este evolui em sua realização e em cada um dos momentos de forma autônoma e proativa, veja a seguir.

Estação 2: Sombras Coloridas | Tema: Cores Primárias e Secundárias (Rot-3)

Escola: _____

Professora: _____

Turma: _____ Data: ____ / ____ / ____ Turno: _____

Aluno: _____

Objetivo Geral

Investigar a interação entre as cores primárias, analisando a formação das secundárias utilizando um aparato experimental

Objetivos específicos

- 1) Identificar as cores das sombras formadas a partir da projeção de iluminação colorida.
- 2) Reconhecer a dinâmica da reflexão das cores por corpos iluminados.

Introdução

Aluno nesta estação você investigará a interação entre as três cores chamadas de primárias: vermelho, verde e o azul, conseqüentemente investigará também o resultado de suas combinações, tudo isso utilizando um aparato experimental. Este aparato é formado por uma caixa plástica onde estão instaladas três lâmpadas que poderão ser ligadas ou desligadas individualmente e conforme roteiro apresentado na atividade.

Atividade: Aplicando o conhecimento

1) Predizer

No primeiro momento desta atividade, utilizando o já viu até agora em seus estudos, você construirá hipóteses para explicar as diferentes situações que serão apresentadas a seguir.

a) Imagine a seguinte situação: a caixa com lâmpadas está na mesa desligada, na frente da caixa, a uma certa distância, está um obstáculo. O que você vai ver se as lâmpadas verde e vermelho forem ligadas? Formule uma hipótese explicar a sua resposta.

R: _____

b) Agora pense em um segundo momento, nele serão as lâmpadas verde e azul que estarão ligadas. Para você o que ocorrerá? Explique a sua resposta.

R: _____

Estação 2: Sombras Coloridas | Tema: Cores Primárias e Secundárias (Rot-3)

c) Novamente imagine que a caixa está com as lâmpadas desligadas e com o obstáculo à sua frente. Explique o que você acha que ocorrerá ao serem ligadas as lâmpadas vermelha e azul.

R: _____

d) Por último, imagine que a caixa está com todas as lâmpadas ligadas e com o obstáculo à sua frente. Diga o que você acha que verá.

R: _____

2) Interagir e explicar

Agora é a hora de pôr a mão na massa. Você realizará cada uma das situações que você imaginou e explicou no momento anterior utilizando a caixa com lâmpadas que se encontra na mesa da estação, respondendo às perguntas propostas.

a) O que você viu quando ligou as lâmpadas verde e vermelho? A hipótese que você formulou para a situação se confirmou? Em caso negativo explique o que você viu.

R: _____

b) E ao ligar as lâmpadas verde e azul, sua hipótese foi confirmada? Se houve alguma diferença entre o que você imaginou e o que ocorreu explique o porquê.

R: _____

c) Usando as lâmpadas vermelha e azul foi confirmada sua hipótese ou não? No caso de sua resposta ser negativa, explique a diferença ocorrida.

R: _____

d) Caro aluno, para terminar sua atividade experimental, ligue as três lâmpadas da caixa ao mesmo tempo e verifique se a explicação que você deu na atividade anterior para esta situação foi confirmada, caso não tenha sido, explique o que aconteceu de diferente.

R: _____

Para melhor realização da atividade foi disponibilizada aos grupos uma mesa onde seus componentes poderiam se sentar e assim, debater o assunto abordado e responder as questões apresentadas no roteiro de forma confortável e apropriada.

A luminosidade disponibilizada aos alunos no setor em que esta prática for proposta deve ser controlada pelo professor, com o auxílio do grupo que a realiza, para que assim sejam evitados contratemplos e atrasos.

3.6.3 Estação 3 – Simulação Computacional – Cores primárias e secundárias

Nesta atividade os alunos utilizaram um outro conjunto de computadores de mesa, que pode ser substituído por qualquer outro elemento tecnológico que possibilite a realização da simulação computacional disponibilizada ao grupo. Para ela também disponibilizamos um roteiro no modelo PIE, Roteiro 4 (**Rot4**) a seguir, onde estão as orientações a serem seguidas pelos alunos durante a sua realização.

Estação 3: Simulação Computacional | Tema: Cores primárias e secundárias (**Rot4**)

Escola: _____

Professora: _____

Turma: _____ Data: ____ / ____ / _____ Turno: _____

Aluno: _____

Objetivo Geral

Analisar através do uso da simulação computacional as cores que são captadas pelo olho humano derivadas da combinação de cores primárias.

Objetivo específico

Determinar a cor que é vista por uma pessoa quando são feitas combinações das luzes vermelha, verde e azul através do uso de simulador.

Introdução

Caro aluno, na atividade a seguir você usará a simulação “Visão de cor” do site https://phet.colorado.edu/pt_BR/ para investigar o estudo da captação das cores pelo olho humano. O olho do ser humano capta três cores chamadas fundamentais: o vermelho, o verde e o azul, e através de suas combinações, realizadas pelo nosso cérebro, podemos ter a percepção da formação de novas cores.

Atividade: Aplicando o conhecimento

1) Predizer

No primeiro momento desta atividade você construirá, utilizando o que viu até agora em seus estudos, hipóteses para explicar as diferentes situações que serão apresentadas a seguir.

a) Pense no seguinte cenário: um observador se coloca à frente de uma lanterna azul ligada. Formule uma hipótese para explicar o que acontecerá.

R: _____

b) E se a lanterna à frente dele tiver cor verde? Você poderia descrever abaixo o que ocorreria?

R: _____

Estação 3: Simulação Computacional | Tema: Cores primárias e secundárias - (Rot4)

c) No caso de ser a lanterna vermelha? Para você o que ocorreria?

R: _____

d) O cenário que você deverá imaginar agora é um observador olhando diretamente para duas lanternas ligadas: primeiro a de luz vermelha e a verde; segundo a de luz vermelha e azul e, por último, a de luz verde e azul. Descreva a seguir a sua explicação para cada uma destas situações.

R: _____

2) Interagir e explicar

Nesta parte da atividade você utilizará o simulador que está no computador à sua frente para construir as situações que lhe serão pedidas. Você trabalhará com o simulador realizando cada uma delas ficando atento às reações do observador para o que lhe será apresentado e, ao final, explicará o resultado obtido com base no que você estudou até o momento.

Antes de mais nada deverá entender como funciona o simulador que usará. Nele você encontrará um modelo fazendo o papel de observador, a sua frente estarão três lanternas coloridas com reguladores de intensidade, que podem ser ativadas individualmente ou em conjunto e, acima do observador, balões nos quais serão mostrados os resultados das tarefas pedidas.

a) Primeiro ligue cada uma das lanternas coloridas individualmente. Anote a cor reconhecida pelo observador e compare o resultado com as hipóteses que você construiu para esta mesma situação. Elas se confirmaram? Em caso negativo explique o que você viu.

R: _____

b) Ok, agora repita os cenários idealizados para o uso de duas lanternas juntas, novamente anote a cor reconhecida pelo observador e compare o resultado com as hipóteses que você construiu para esta mesma situação. Elas se confirmaram? Em caso negativo explique o que você viu.

R: _____

c) Por último, imagine um cenário em que as três lâmpadas estão ligadas juntas e pense qual será o resultado deste cenário. Reproduza o cenário agora como auxílio da caixa com as luzes e verifique o resultado. Ele foi o mesmo daquele que você construiu? Caso não tenha sido explique a diferença entre

R: _____

3.6.4 Estação 4 – Experimentação com Tintas – Cores aditivas e subtrativas

Para esta prática experimental os alunos utilizaram o conjunto de materiais a seguir, por meio da combinação de tintas do tipo Guache de diversas cores. Para ela também elaboramos e disponibilizamos um roteiro no modelo PIE, Roteiro 5 (**Rot5**), onde estão as orientações necessárias para sua realização.

O conjunto de materiais que foi disponibilizado aos grupos é formado pelos seguintes elementos:

- 2 pratos descartáveis pequenos - que podem ser limpos e reutilizados ao final da prática;
- 2 palitos de picolé de madeira ou colheres pequenas de sorvete – este material será descartado sendo utilizado somente uma vez no caso dos palitos de madeira, ou limpos ao final de cada atividade, e reutilizados, no caso de as colheres serem de plástico.
- 3 potes de tinta do tipo guache nas cores magenta, amarelo e ciano.

Estação 4: Experimentação | Tema: Cores Aditivas e Subtrativas (**Rot5**)

Escola: _____

Professora: _____

Turma: _____ Data: ____ / ____ / _____ Turno: _____

Aluno: _____

Objetivo Geral

Estudar as cores subtrativas através do uso da experimentação.

Objetivos específicos

Entender a diferenciação entre cores aditivas e subtrativas.

Introdução

As cores são sensações visuais derivadas da presença da luz em um determinado ambiente. A palavra “cor” vem do latim “color” que significa cobrir, ocultar. A cor branca representa a união de todas as cores do espectro de luz visível, enquanto a cor preta representa a falta de cor ou de luz.

Atividade: Trabalhando as cores subtrativas.

Uma vez que você passou por três diferentes estações este é o momento de trabalhar de forma experimental o conhecimento conceitual apresentado, através desta atividade, onde será trabalhada a mistura de cores subtrativas.

Estação 4: Experimentação | Tema: Cores Aditivas e Subtrativas (Rot5)

Anteriormente as cores eram classificadas em PRIMÁRIAS e SECUNDÁRIAS, essa classificação levava em consideração somente o fato destas cores não se decomporem em outras. Atualmente a classificação das cores leva também em consideração a ação da LUZ, surgindo o chamado SISTEMA-DE-CORES-LUZ, que separa as cores em ADITIVAS, que somadas dão origem à luz branca e, SUBTRATIVAS, que quando somadas dão origem ao preto que é a ausência de luz.

1) Predizer

No primeiro momento desta atividade você construirá hipóteses para explicar as diferentes situações que serão apresentadas. Assim, diga quais cores serão formadas a partir das composições abaixo:

1)  +  = _____

2)  +  = _____

3)  +  = _____

2) Interagir e explicar

Nesta parte da atividade você utilizará o material disponível na mesa para reproduzir as composições propostas e, ao final, explicará o resultado obtido com base no que você estudou até o momento.

Material utilizado:

- Potes com tintas nas cores: Ciano, Amarelo e Magenta
- Palitos de madeira para churrasco
- Pratos descartáveis

1) Com os palitos de madeira, distribua em um prato descartável uma pequena quantidade de cada uma das cores disponibilizadas conforme o gabarito abaixo, depois, misture as cores na seguinte sequência:



Agora anote abaixo o resultado observado, informando se ele confirma o que você havia idealizado para a situação, e caso haja alguma diferença, explique o porquê.

R: _____

Estação 4: Experimentação | Tema: Cores Aditivas e Subtrativas (Rot5)

2) Repita o procedimento mas agora distribuindo uma pequena quantidade de cada uma das cores do gabarito abaixo, depois compare o seu resultado e o que você esperava ver, se forem diferentes explique porque.



R: _____

3) Por último, compare esta terceira configuração e novamente explique caso encontre alguma diferença



R: _____

3.7 Etapa 7: Instrução pelos Colegas – Aplicação de Questionários Conceituais com uso do Aplicativo Plickers

Esta etapa, elaborada para ser realizada em um ambiente físico, tem o objetivo de avaliar o ganho conceitual obtido pela turma após a realização das seis primeiras etapas da intervenção didática realizada. A etapa foi realizada por meio da aplicação de um conjunto formado por três diferentes questionários conceituais, com cinco perguntas cada, envolvendo os temas apresentados até o presente momento da intervenção.

Para esta avaliação utilizamos uma análise das respostas dadas por meio de um aplicativo de leitura óptica que processa os dados compilando-os e os processando no exato momento em que são obtidos, apresentando os dados em tempo real, o Plickers, desenvolvido para ser utilizado em avaliações formativas. Nele, cartões contendo QR Codes gerados pelo aplicativo são entregues aos alunos para serem apresentados no momento da indicação das respostas de cada pergunta elaborada para a avaliação.

Questionário conceitual IpC1 (Quest5)

1) Quando a luz branca atravessa um prisma transparente ela se dispersa na forma de um espectro de cores. A este fenômeno dá-se o nome de _____ da luz.

- a) dispersão
- b) reflexão
- c) difração
- d) refração

2) De que cor ou cores uma cortina de listras vermelhas e brancas seria vista ao ser iluminada por uma lanterna de cor azul?

- a) preta e amarela
- b) verde e branca
- c) preta e azul
- d) amarelo e verde

3) A formação de sombras tem como fundamento qual princípio óptico?

- a) Da reversibilidade do raio luminoso
- b) Princípio da independência dos raios luminosos
- c) Não é fundamentado por um princípio
- d) Da propagação retilínea da luz

Questionário conceitual IpC1 (Quest5)

4) A figura ao lado ilustra a ocorrência de um eclipse. Nela pode-se ver a projeção da sombra da lua sobre a Terra. Isto ocorre devido ao:

- a) fato da lua atuar como meio transparente
- b) fato da lua atuar como um meio translúcido
- c) fato da lua atuar como meio opaco
- d) princípio da reversibilidade da luz

5) A figura ilustra a formação de regiões componentes da sombra, uma com bloqueio total da luminosidade e outra em que este bloqueio é parcial. Estas áreas são denominadas:

- a) sombra e semi sombra
- b) penumbra e umbra
- c) umbra e semi sombra
- d) umbra e penumbra

Questionário conceitual IpC1 (Quest6)

1) Na figura ao lado "F" é uma fonte de luz, "A" é um anteparo opaco, e as regiões I, II e III são áreas de:

- a) sombra, penumbra e sombra
- b) penumbra, sombra e penumbra
- c) sombra, sombra e penumbra
- d) penumbra, penumbra e sombra

2) Quando a luz branca atravessa um prisma transparente ela se dispersa na forma de um espectro de cores. A este fenômeno dá-se o nome de _____ da luz.

- a) reflexão
- b) difração
- c) dispersão
- d) refração

3) De que cor ou cores uma cortina de listras vermelhas e brancas seria vista ao ser iluminada por uma lanterna de cor monocromática verde?

- a) preta e vermelha
- b) amarela e verde
- c) preta e verde
- d) preta e amarela

Questionário conceitual IpC1 (Quest6)

4) A luz do Sol ou a luz emitida por uma lâmpada incandescente comum é classificada como:

- a) monocromática
- b) dispersa
- c) normal
- d) policromática

5) I – A cor não é uma característica do objeto II – Objetos pretos refletem a luz III – Um objeto branco iluminado por uma luz monocromática verde será visto como verde. Estão corretas as alternativas:

- a) I e III
- b) II e III
- c) I, II e III
- d) I e II

Questionário conceitual IpC1 (Quest7)

1) Observe a figura ao lado, nela as luzes vermelha e verde estão voltadas para o observador com seu máximo de intensidade. Qual será a cor que aparecerá nos balões?

- a) Preta
- b) Branca
- c) Magenta
- d) Amarela

2) Por muito tempo as cores foram classificadas em primárias e secundárias, porém, atualmente são classificadas em aditivas e subtrativas. O que mudou no critério de classificação das cores?

- a) O uso de novos instrumentos para estudá-las
- b) Os novos tipos de pigmentos
- c) os novos tipos de lâmpadas
- d) O fato de se considerar a ação da luz

3) Quais lanternas devem estar ligadas para que a cor observada seja a dos balões?

- a) Verde e azul
- b) Verde e vermelha
- c) Vermelha e azul
- d) Azul e verde

Questionário conceitual IpC1 (Quest7)

4) Os sistemas de cores aditivas e subtrativas são representados por um conjunto de letras muito utilizado internacionalmente, sendo eles:

- a) GBR e CKYM
- b) RBG e CMYK
- c) CMYK e RBG
- d) CKYM e GBR

5) A cor captada pelo observador da figura ao lado pode ser classificada como?

- a) Monocromática
- b) Aditiva
- c) Subtrativa
- d) Simples

3.8 Etapa 8: Dispersão e Espalhamento da Luz – Tarefa de Leitura e Questionário Conceitual – Atividade Virtual Preparatória

Para esta etapa postamos as Tarefas de Leitura 4-1 e 4-2 (TL4-1/TL4-2) no ambiente virtual da sala do Google Classroom em conjunto com o Questionário Conceitual 8 (Quest8). A seguir observamos os textos postados para a realização das TL4-1 e TL4-2.

Atividade Virtual (TL4-1)

Escola: _____
Professora: _____
Turma: _____ Data: ____ / ____ / _____ Turno: _____
Aluno: _____

Cores do Céu

Por que o céu é azul? Toda criança pergunta isso, e adultos também! Nos dias claros admiramos o céu e sua cor querendo entender o porquê de tanta beleza, afinal se a luz branca é composta por várias cores de comprimento de onda diferentes por que só o azul cobre nosso céu?

Foi John Tyndall, no meado do sec. XIX, que primeiro tentou explicar este fenômeno, ele percebeu que quando a luz branca incide em um meio em que estão presentes partículas em suspensão, a cor azul é espalhada mais facilmente que as outras com comprimentos de onda maiores.

Foi o físico inglês John William Strutt (Figura 1), conhecido à época como Lord Rayleigh, que estudou o espalhamento da luz com mais afinco e percebeu que ele é inversamente proporcional à potência do comprimento de onda do feixe de luz que incide no meio.

Desta forma, quanto maior for o comprimento de onda da luz projetada, menor será o seu espalhamento. A luz azul tem comprimento de onda de aproximadamente 500 nm, enquanto a luz vermelha, por exemplo, tem comprimento de aproximadamente 700 nm, que é bem maior e mais difícil de ser espalhado. Como o espectro visível é formado por cores com comprimentos de onda diferentes, certamente o seu espalhamento ocorrerá de forma diferente para cada um deles. A este fenômeno foi dado o nome de “Espalhamento de Rayleigh”.

Figura 1 - John Willian Strutt. 3º Barão de Rayleigh de Terling Place.

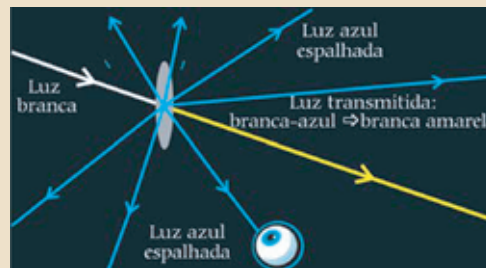


Fonte: Wikipédia (2022)

Atividade Virtual (TL4-1)

A nossa atmosfera é composta por vários gases entre eles o nitrogênio e o oxigênio, que possuem moléculas menores que o comprimento da luz, que interage com elas, ocasionando o seu espalhamento e, como a luz azul é a que possui menor comprimento de onda ela é a mais espalhada, dando esta cor ao céu que vemos.

Figura 2 - Esquema do Espalhamento de Rayleigh



Fonte: Elaborada pela autora (2022)

Tanto a teoria elaborada por Tyndall quanto a de Lord Rayleigh tinham como fundamento o espalhamento da luz, a diferença entre elas está no elemento causador deste espalhamento, que para Tyndall seriam partículas de poeira e de água, enquanto Lord Rayleigh comprovou que na realidade ele ocorre devido ao comprimento de onda da cor analisada.

O espalhamento também é o responsável pelo colorido do Sol ao entardecer e amanhecer, pois, nestes momentos, por ter de atravessar uma distância muito maior para chegar ao observador, devido à posição do Sol, a cor azul é fortemente espalhada e retirada do espectro da luz branca restando, portanto, aquelas com comprimentos de ondas maiores, e assim, ele se mostra em uma tonalidade que pode variar da amarelada até avermelhada, e não na sua coloração branca tradicional.

É importante também lembrar que a poluição existente na atmosfera pode interferir no espalhamento uma vez que aumenta o nível dos gases poluentes que podem alterar a sua intensidade.

A segunda tarefa de leitura também foi um texto, conforme apresentamos a seguir.

Atividade Virtual (TL4-2)

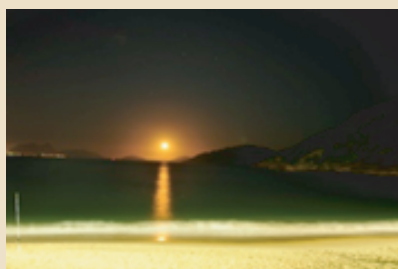
Escola: _____
Professora: _____
Turma: _____ Data: ____/____/____ Turno: _____
Aluno: _____

A Lua e seus tons!

Sabemos que a Lua é o satélite natural de nosso planeta, orbitando ao seu redor e nos presenteando com seu brilho nas noites em que se apresenta plena no céu noturno. Talvez o que alguns ainda não saibam é que este brilho, nada mais é que o reflexo da luz do Sol em sua superfície. Apesar de nos parecer muito brilhante, nossa Lua reflete apenas 6,7% da luz que recebe do Sol.

Ao entardecer, a luz refletida por este lindo corpo celeste tem de percorrer uma maior distância através da atmosfera e seus gases, fazendo com que a cor azul nela existente seja mais espalhada, e chegando aos nossos olhos o tom amarelado que tanto nos encanta! Durante o percorrer de seu caminho em direção ao topo de nosso céu, esta distância vai diminuindo, até chegar ao seu menor tamanho, ou seja, nossa Lua se encontra plena e brilhante, no centro de um perfeito fundo escuro que realça sua tonalidade prateada exuberante, fruto do reflexo da luz solar quando o espalhamento da sua componente azul é mínimo.

Figura 1 - Nascer da Lua na Baía de Guanabara

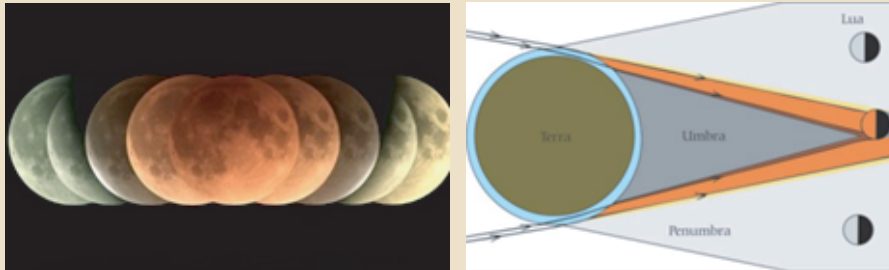


Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Em alguns momentos quando, por exemplo, em seu caminho pelo céu, nossa Lua é alcançada e sobrepujada pela sombra da Terra em um eclipse esta deveria mostrar-se oculta, mas, novos tons de seu brilho nos são apresentados, partindo de seu prata cotidiano, podem passar para o amarelo, laranja e chegar até ao vermelho, evidenciando um belo espetáculo aos olhos do seu observador. Aqui também se faz presente a ação da atmosfera através da refração, que desvia os raios luminosos já decompostos de suas cores de menores comprimentos de onda iluminando, mesmo que de forma tênue, nosso satélite com seus tons restantes (Figura 2).

Atividade Virtual (TL4-2)

Figura 2 – À direita a seqüência de cores da Lua em um eclipse e à esquerda a trajetória da Luz em um eclipse total da Lua



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Um bom exemplo deste fenômeno é a chama “Lua de Sangue”, que acontece quando a Lua se apresenta com uma cor vermelha intensa durante a ocorrência de um eclipse total. Neste caso, o espalhamento Rayleigh atua espalhando os componentes da luz que possuem comprimentos de onda menores e, juntamente com o espalhamento, atua também a refração (o desvio da luz ao atravessar a atmosfera), que ocorre devido ao fato de que, ao entrar na camada de gases atmosféricos, a luz se depara com um novo meio e novas condições de propagação, alterando sua trajetória, indo refletir na superfície da Lua, dando-lhe um tom vermelho (Figura 3).

Figura 3 - À direita o Eclipse total e à esquerda a Lua de Sangue



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

A seguir, observamos o conjunto de questões do questionário **Quest8** postado na sala virtual da turma em conjunto com as tarefas de leitura TL4-1 e TL4-2 por meio do programa Google Formulários.

TL4 – Cores do Céu e Lua de Sangue (**Quest8**)

Escola: _____

Professora: _____

Turma: _____ Data: ____ / ____ / ____ Turno: _____

Aluno: _____

Considerando o que você leu na sala virtual responda as questões abaixo:

1) O entardecer e amanhecer do dia sempre fascinaram o ser humano por suas cores. Este colorido do céu nestes horários se deve:

- a) ao horário que ocorrem
- b) ao forte espalhamento da cor azul
- c) ao espalhamento da luz azul e à distância percorrida por ela até o observador
- d) à dispersão da luz

2) Qual fator (ou fatores) foi indicado por Tyndall como sendo o responsável pelo espalhamento da luz que resulta na cor do azul do céu?

- a) as partículas em suspensão na atmosfera
- b) o comprimento de onda
- c) o comprimento de onda e as partículas em suspensão na atmosfera
- d) a distância percorrida pela luz e as partículas em suspensão na atmosfera

3) A Lua também, apesar de não possuir luz própria, apresenta cores variadas conforme o momento ou situação em que é observada. Em um dia de Lua cheia a vemos com uma cor prateada bem evidente. Isto se dá:

- a) pelo fato da luz refletir com maior índice de espalhamento
- b) pelo fato da luz refletida percorrer uma distância menor sofrendo um índice menor de espalhamento da cor azul
- c) pelo fato da luz refletida sofrer espalhamento da cor vermelha
- d) devido à ação da dispersão

4) O tom avermelhado que a superfície da Lua exhibe quando ocorre a chamada “Lua de Sangue” se deve:

- a) à refração da luz solar, já sem sua componente azul, na atmosfera
- b) à alteração na trajetória da luz branca
- c) à refração da luz solar sem sua componente vermelha
- d) à alteração na trajetória da luz azul

TL4 – Cores do Céu e Lua de Sangue (**Quest8**)

5) A refração é:

- a) é o desvio da luz
- b) é o desvio da luz ao atravessar meios diferentes
- c) é o desvio da luz ao atravessar meios iguais
- d) é a trajetória da luz em um meio transparente

3.9 Etapa 9: Refração e suas Leis – Tarefa de Leitura e Questionário Conceitual – Atividade Virtual Preparatória

Nos moldes dos procedimentos anteriores para a realização das tarefas de leitura, postamos a Tarefa de Leitura 5 (TL5) no ambiente virtual da sala do Google Classroom com seu Questionário Conceitual 9 (Quest9), conforme apresentamos a seguir:

Atividade Virtual (TL5)

Escola: _____

Professora: _____

Turma: _____ Data: ____/____/____ Turno: _____

Aluno: _____

A Refração e as suas Leis

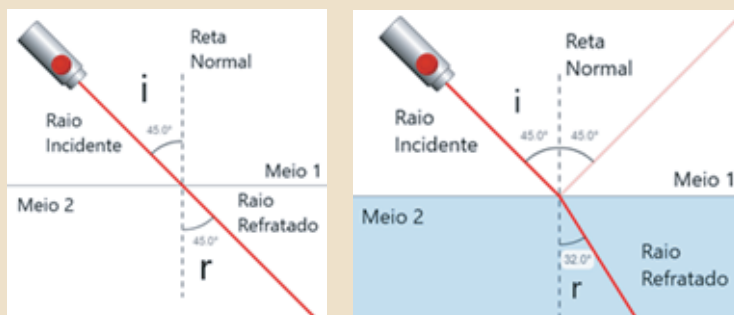
Observe as duas situações a seguir:

1) Uma pessoa, ao olhar uma concha no fundo do mar calmo, tem a sensação de que ela está em determinada posição, porém, ao tentar pegá-la, observa que na realidade ela se encontra em outra, tendo de desviar sua mão para pegá-la.

2) Ao olhar o fundo de uma piscina cheia a partir de sua margem, é possível perceber uma diferença entre distância da imagem vista e a posição real do fundo quando visto pelo lado de fora ou com a piscina vazia.

Estas situações ocorrem devido a um fenômeno óptico chamado REFRAÇÃO, que pode ser definida como sendo o desvio da luz ao atravessar meios ou superfícies diferentes onde sua velocidade de propagação é modificada. Quando ela ocorre, o raio luminoso (raio incidente), que incide sobre a superfície com um determinado ângulo de entrada (**ângulo de incidência** – \hat{i}), ao ultrapassar esta superfície, modifica seu ângulo de saída (**ângulo de refração** – \hat{r}), seguindo sua trajetória com um ângulo maior ou menor. A Figura 1 a seguir representa o que acontece com o raio luminoso ao ser refratado:

Figura 1 – À direita propagação sem refração e à esquerda propagação com refração



Fonte: PhET (2022)

Atividade Virtual (TL5)

A diferença na velocidade de propagação da luz no vácuo – c – e aquela que ocorre em um determinado meio define seu **índice de refração** - n , informando se ele será mais ou menos **refringente** em relação a outro. O índice de refração é calculado levando-se em consideração a razão entre a velocidade de propagação da luz no vácuo e a velocidade de refração no meio, ficando assim representada matematicamente: $n = c/v$

A refração é regida por duas Leis que receberam os nomes dos estudiosos que chegaram à mesma conclusão sobre o fenômeno, Leis de Snell-Decartes, que assim se colocam:

1ª Lei - o raio luminoso incidente, a reta normal – **reta perpendicular ao raio incidente** - e o raio refratado, todos pertencem ao mesmo plano, o plano de incidência da luz.

2ª Lei - esta lei é utilizada para calcular o desvio ocorrido no momento da refração do raio luminoso ao mudar de meio de propagação. Ela leva em consideração a relação entre o índice de refração dos meios e os ângulos formados pelo raio luminoso ao atravessá-los.

Observe:

1) Em um determinado meio 1 que possui o índice de refração n_1 , um raio luminoso incide fazendo um ângulo \hat{r}_1 mas, no meio 2, que possui n_2 maior, o ângulo de refração \hat{r}_2 formado pelo raio luminoso é menor que \hat{r}_1 , assim:

$$n_1 < n_2 \quad \text{e} \quad \hat{r}_2 < \hat{r}_1$$

2) Fenômeno idêntico acontece quando o meio 1 possui um índice de refração maior que o do meio 2. Neste caso, o ângulo de refração \hat{r}_2 será maior do que o ângulo de incidência \hat{r}_1 , assim:

$$n_1 > n_2 \quad \text{e} \quad \hat{r}_1 < \hat{r}_2$$

Em seguida apresentamos o **Quest9** que acompanhou a TL5 em sua postagem.

TL5 (Quest9)

Escola: _____

Professora: _____

Turma: _____ Data: ____ / ____ / _____ Turno: _____

Aluno: _____

Considerando o que você leu na sala virtual responda as questões abaixo:

1) Um raio de luz incide sobre a superfície de separação entre dois meios, formando um ângulo de 45° . Ao sofrer refração, o ângulo passa a ser de 30° . Marque a alternativa correta a respeito do ocorrido:

- a) se a lei de Snell for aplicada para esse caso, o resultado mostrará o mesmo valor para a velocidade da luz nos dois meios
- b) como o ângulo diminuiu, pode-se concluir que o índice de refração do meio para o qual a luz se deslocou é menor
- c) como o ângulo diminuiu, pode-se concluir que o índice de refração do meio para o qual a luz se deslocou é maior
- d) se a lei de Snell for aplicada para esse caso, o resultado mostrará o mesmo valor para os índices de refração

2) Ao observar o asfalto em dias quentes é possível perceber a formação de imagens que aparentam poças d'água, estas imagens são conhecidas como miragens. O fenômeno responsável pela ilusão de óptica que dá origem às miragens é conhecido como:

- a) reflexão
- b) refração
- c) dispersão
- d) espalhamento

3) O índice de refração de um meio óptico transparente é de 1,8. Em relação isso, é possível afirmar que:

- a) a velocidade da luz nesse meio é 1,8 vezes mais rápida do que no vácuo
- b) a velocidade da luz nesse meio é 1,8 vezes mais lenta do que no vácuo
- c) a frequência da luz refratada nesse meio é 1,8 vezes menor do que no vácuo
- d) o comprimento de onda não sofre nenhuma alteração

4) Observando o que você estudou na tarefa de leitura 5, a alternativa correta será:

- a) A refração é a mudança de meio de propagação da luz, e sempre causa o aumento em sua velocidade
- b) O índice de refração é a razão entre a velocidade da luz em um meio qualquer e a velocidade da luz no vácuo
- c) A lei de Snell só pode ser aplicada quando a refração ocorre entre o ar e um meio qualquer
- d) Na passagem do maior para o menor índice de refração, a luz sofre aumento em sua velocidade

TL5 (Quest9)

5) Alguns povos indígenas ainda preservam suas tradições realizando a pesca com lanças, demonstrando uma notável habilidade. Para fisgar um peixe em um lago com águas tranquilas o índio deve mirar abaixo da posição em que enxerga o peixe. Ele deve proceder dessa forma porque os raios de luz:

- a) emitidos pelos olhos do índio desviam sua trajetória quando passam do ar para a água
- b) espalhados pelo peixe são refletidos pela superfície da água
- c) emitidos pelos olhos do índio são espalhados pela superfície da água
- d) refletidos pelo peixe desviam sua trajetória quando passam da água para o ar

3.10 Etapa 10: Refração e Lei de Snell – Simulação Computacional – Atividades Presenciais Práticas

Nesta etapa apresentamos para os alunos duas atividades práticas roteirizadas envolvendo simulação computacional, as quais aplicamos acompanhadas pelos Roteiros 6 e 7 respectivamente, **Rot6** e **Rot7** a seguir, elaborados no modelo PIE, onde todas as informações necessárias para a realização das tarefas podem ser encontradas.

Simulação Computacional – TL5 (**Rot6**)

Escola: _____

Professora: _____

Turma: _____ Data: ____/____/____ Turno: _____

Aluno: _____

Objetivo Geral

Analisar o comportamento da luz ao atravessar diferentes meios.

Introdução

Olá aluno, na atividade a seguir você usará a simulação “Desvio da Luz” do site https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/bending-light para investigar o estudo do comportamento da luz ao atravessar diferentes meios.

Atividade: Aplicando o conhecimento

1) Predizer

No primeiro momento desta atividade você construirá, utilizando o que viu até agora em seus estudos, hipóteses para explicar as diferentes situações que serão apresentadas a seguir.

a) Imagine a seguinte situação: você pega sua caneta e coloca em um copo transparente em cima da mesa, passando a observá-la atentamente. É possível verificar alguma diferença em relação à imagem do objeto? Explique por que.



R: _____

Simulação Computacional – TL5 (Rot6)

b) Agora observe a figura ao lado, nela os lápis também foram colocados em um copo transparente, porém, com água. Formule uma hipótese para explicar o que está acontecendo.

R: _____

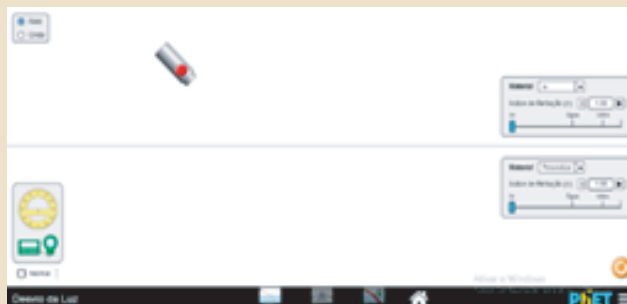
c) Imagine a seguinte situação: um índio, com sua lança, avista um peixe em um lago a certa distância. Mesmo tendo mirado bem, ao atirar a lança ele percebe que esta cai fincada no leito do lago ao lado do animal, sem ao menos arranhar-lo. Você tem como explicar por que isto ocorreu?

R: _____

2) Interagir e explicar

Nesta parte da atividade você utilizará o simulador que está no computador à sua frente para construir as situações que lhe serão pedidas.

Nele você encontrará a tela ao lado onde interagirá com os diversos comandos conforme as instruções dadas em cada questão. Observando que ela está dividida em duas partes cujas composições podem ser alteradas nos comandos laterais.



a) Ligue o laser do simulador e mantenha o material das duas partes da tela no item AR. Anote o que você observa em relação à propagação do raio emitido.

R: _____

b) Repita o procedimento anterior, porém, modifique o material de uma das metades da tela. Anote o que ocorreu.

R: _____

c) Compare as duas situações e explique a diferença entre elas.

R: _____

d) Por último compare as simulações realizadas e as hipóteses dadas nas questões da atividade anterior – Predizer – correlacionando-as.

R: _____

A seguir apresentamos o **Rot7**:

Simulação Computacional – TL5 (Rot7)

Escola: _____

Professora: _____

Turma: _____ Data: ____/____/____ Turno: _____

Aluno: _____

Objetivo Geral

Aplicar a Lei de Snell.

Introdução

Olá aluno, na atividade a seguir você usará a simulação “Desvio da Luz” do site https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/bending-light para investigar o estudo do comportamento da luz ao atravessar diferentes meios.

Atividade: Aplicando o conhecimento

1) Calculando

No primeiro momento desta atividade você aplicará seus conhecimentos para solucionar as questões apresentadas. Para tanto você utilizará o que foi estudado sobre Refração e Lei de Snell.

a) Um feixe de luz vermelha se propaga em um determinado meio com velocidade de aproximadamente de 200.000 km/s, e sendo 300.000 km/s a velocidade da luz no vácuo, calcule o índice de refração deste meio para a luz vermelha:

Elabore abaixo os cálculos necessários

b) A luz amarela se propaga em um determinado vidro com velocidade de 200.000 km/s. Sendo 300.000 km/s a velocidade da luz no vácuo, determine o índice de refração absoluto do vidro para a luz amarela:

Elabore abaixo os cálculos necessários

c) Ao sofrer refração de um meio com índice de refração n_1 para outro com índice de refração n_2 , um raio de luz monocromático sofre refração reduzindo seu ângulo reduzido em 5° . Com base no que você estudou informe se as afirmativas abaixo estão ou não corretas, indicando o erro quando for o caso:

I) Esse raio de luz passou de um meio de menor índice para outro de maior índice de refração.

II) A alteração no ângulo deve-se a uma diminuição da velocidade de propagação da luz.

III) Na passagem de n_1 para n_2 , a velocidade da luz aumentou.

R: _____

Simulação Computacional – TL5 (Rot7)

2) Interagir e explicar

Nesta parte da atividade você utilizará o simulador que está no computador à sua frente para reproduzir as situações que lhe serão pedidas.

Nele você encontrará a tela ao lado onde trabalhará com os diversos comandos conformes as instruções dadas em cada questão. Observando que ela está dividida

em duas partes cujas composições podem ser alteradas nos comandos laterais.



a) Com base nos dados que você colheu nas situações apresentadas anteriormente nas questões a e b, reproduza cada uma delas no simulador comparando os resultados encontrados no primeiro momento com os obtidos nas simulações realizadas. Relate abaixo as conclusões a que chegou.

b) Reproduza a situação relatada na questão c no simulador e compare suas respostas com os dados apresentados na simulação. Relate abaixo suas conclusões.

Estas simulações foram elaboradas para serem aplicadas de forma individual, podendo ser adaptadas e realizadas por grupos de alunos caso o professor deseje.

3.11 Etapa 11: Instrução pelos Colegas – Aplicação de Questionários Conceituais com o uso do Aplicativo Plickers

Esta última etapa, construída para ser realizada em um ambiente físico, tem o objetivo de avaliar o ganho conceitual obtido pela turma após a realização da intervenção didática. Ela foi realizada por meio de uma nova aplicação de um conjunto formado por três diferentes questionários conceituais, com cinco perguntas cada, envolvendo os temas apresentados na intervenção, repetindo o modelo de aplicação utilizado na primeira avaliação ocorrida na etapa 7.

Nesta segunda avaliação também utilizamos o aplicativo de leitura óptica Plickers para a análise das respostas dadas.

Questionário conceitual IpC2 (Quest10)

1) Um feixe luminoso que se propaga em um meio óptico homogêneo, incide sobre uma superfície que separa dois meios, passando a se propagar no segundo. Substituindo-se o segundo meio por um vidro fosco os raios perdem seu paralelismo. Isto ocorre devido

- a) reflexão difusa
- b) refração regular
- c) absorção difusa
- d) refração difusa

2) (UERN) Um feixe de luz proveniente de um meio A propaga-se em direção à superfície de separação com um meio B. Se o índice de refração do meio B em relação ao meio A é igual a 1,25, ao sofrer a refração, o feixe de luz teve sua velocidade:

- a) reduzida em 25%
- b) reduzida em 20%
- c) aumentada em 20%
- d) aumentada em 25%

3) (PUC-MG) Suponha que não houvesse atmosfera na Terra. Nesse caso, é correto afirmar que veríamos:

- a) o Sol nascer mais cedo no horizonte

b) o Sol se pôr mais cedo no horizonte

c) o nascer e o pôr do sol mais tarde

d) o nascer e o pôr do sol no mesmo horário como se houvesse atmosfera

4) Marque a alternativa correta a respeito do fenômeno da refração da luz.

a) Na passagem do menor para o maior índice de refração, a luz sofre aumento em sua velocidade

b) A lei de Snell só pode ser aplicada quando a refração ocorre entre o ar e um meio qualquer

c) O índice de refração é definido como sendo a razão entre a velocidade da luz em um meio qualquer e a velocidade da luz no vácuo

d) Na passagem do maior para o menor índice de refração, a luz sofre aumento em sua velocidade.

5) Observe a figura ao lado. Considere o meio 1 como sendo água e o meio 2 o ar. Sobre o raio refratado no meio 2, ele será.

a) maior que o ângulo de incidência

b) igual ao ângulo de incidência

c) menor que o ângulo de incidência

d) igual a 1

Questionário conceitual IpC2 (Quest11)

1) Dois alunos observam que, após atravessar a janela da sua sala de aula, um feixe de luz do Sol se decompõe em várias cores, que são vistas no chão da sala. Isto acontece porque:

- a) ao atravessar a janela a luz mudou sua frequência
- b) ao atravessar a janela a luz retornou à sua trajetória original
- c) ao atravessar a janela a luz alterou sua velocidade de propagação mudando a sua trajetória
- d) os meios de propagação são iguais

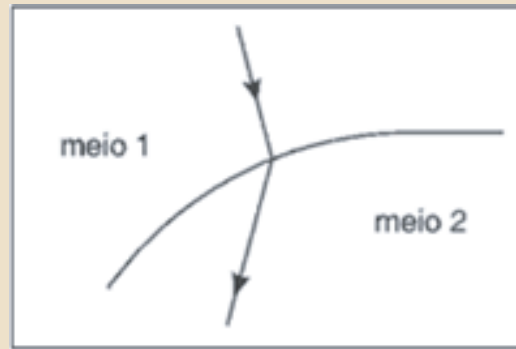
2) Sobre o fenômeno de formação do arco-íris, indique a afirmativa correta.

- a) o arco-íris ocorre devido à reflexão da luz
- b) o arco-íris ocorre devido à manutenção da velocidade da luz ao atravessar gotas de água no ar
- c) o arco-íris ocorre devido à manutenção da trajetória da luz ao atravessar gotas de água no ar
- d) o arco-íris aparece quando os raios de luz branca incidem em gotículas de água presentes no ar e acabam por sofrer a dispersão da luz

3) Em nosso país, a chegada do verão em dezembro e o momento em que se tem o maior período de presença de luz solar. Nestes dias o pôr do sol é o momento mais procurado para ser apreciado por seu colorido, que ocorre devido:

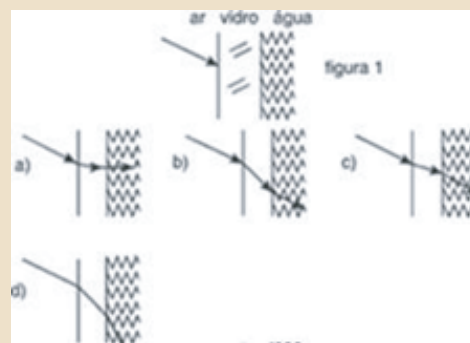
- a) a reflexão da luz
- b) a dispersão da luz
- c) ao espalhamento da luz
- d) a polarização da luz

4) (Cesgranrio) Refração da Luz: um raio luminoso atravessa a superfície de separação entre um meio 1 e um meio 2, conforme a figura.



- a) a velocidade na luz no meio 2 é igual a do meio 1
- b) a frequência da onda no meio 2 é maior que no meio 1
- c) a frequência da onda no meio 2 é menor que no meio 1
- d) o índice de refração do meio 2 é menor que no meio 1

5) (UFMG) Refração da Luz: A figura 1 a seguir mostra um feixe de luz incidindo sobre uma parede de vidro a qual está separando o ar da água. Os índices de refração são 1,00 para o ar, 1,50 para vidro e 1,33 para a água. A alternativa que melhor representa é:



- a)
- b)
- c)
- d)

Questionário conceitual IpC2 (Quest12)

1) (FEI) Levando-se em conta o índice de refração e a velocidade de propagação no vidro, podemos afirmar que:

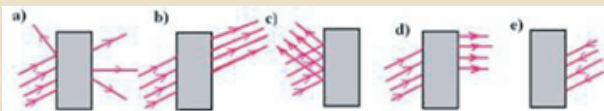
Obs.: V_{ve} = velocidade da luz vermelha V_{am} = velocidade da luz amarela V_{az} = velocidade da luz azul

- a) $V_{ve} > V_{am} < V_{az}$
- b) $V_{ve} < V_{am} < V_{az}$
- c) $V_{ve} > V_{am} > V_{az}$
- d) $V_{ve} < V_{am} > V_{az}$

2) Em um experimento, a luz atravessa uma placa de vidro com velocidade igual a $2,0 \times 10^8$ m/s. Sabendo que a velocidade da luz no vácuo é de $3,0 \times 10^8$ m/s, qual o índice de refração do vidro?

- a) 3,0
- b) 2,0
- c) 2,5
- d) 1,5

3 (FEI-SP) A luz solar se propaga e atravessa um meio translúcido. Qual das alternativas a seguir representa o que acontece com a propagação dos raios de luz?



- a)
- b)
- c)
- d)

4) Um feixe luminoso que se propaga em um meio óptico homogêneo, incide sobre uma superfície que separa dois meios, passando a se propagar no segundo. Substituindo-se o segundo meio por um vidro fosco os raios perdem seu paralelismo. Isto ocorre devido

- a) reflexão difusa
- b) refração regular
- c) absorção difusa
- d) refração difusa

5) Quando a luz refratada diminuindo de velocidade, como do ar para a água, seu desvio é tal que o ângulo de refração é _____ que o ângulo de incidência. Grosseiramente, diz-se então que a luz se _____ da reta normal.”

- a) maior - afasta
- b) maior - aproxima
- c) menor - aproxima
- d) igual - afasta



4 Orientações finais

A Sequência Didática proposta foi realizada em uma escola pública de Ensino Fundamental e Médio do estado do Espírito Santo, reunindo 36 estudantes da turma do 8º ano do Ensino Fundamental, na cidade de Cariacica. Por ser uma proposta inovadora do ponto de vista do Ensino Fundamental, buscamos trazer um diversificado número de instrumentos e ferramentas disponíveis ao educador possibilitando assim, uma variedade de possibilidades de uso não só de forma integral, mas também, na forma segmentada, uma vez que cada etapa da sequência proposta pode ser aplicada individualmente sem prejuízo do todo.

Este produto foi construído de forma a proporcionar ao professor(a) uma flexibilidade em seu uso, pois ele poderá escolher trabalhar a sequência como um todo, cada etapa separadamente, escolher práticas ou atividades específicas para utilizar em suas aulas ou ainda, adaptá-la para que seja utilizada em forma de uma disciplina eletiva ou em um itinerário formativo. Suas tarefas de leitura, questionários, relatórios e práticas podem ser adequadas ao número de alunos ou grupos de alunos com os quais irá trabalhar e, também, podem ser convertidos para uso somente no ambiente virtual ou somente no ambiente físico conforme a sua necessidade.

Neste momento em que, após as alterações feitas na BNCC, os conteúdos ligados ao ensino de Física foram distribuídos mais explicitamente, ao longo de todo o Ensino Fundamental, e o uso das ferramentas digitais passou a fazer parte do universo da Educação, mais importante tornou-se a construção e utilização de ferramentas pedagógicas que contemplem estas exigências, como é o caso deste trabalho, por parte do profissional do Ensino.



Referências

ARAUJO, Ives Solano; MAZUR, Eric. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 30, n. 2, p. 362-384, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2013v30n2p362/24959>. Acesso em: 14 set. 2021.

ARAÚJO, Elenise Maria de. Design instrucional de uma disciplina de pós-graduação em engenharia de produção: estratégias de aprendizagem colaborativa em ambiente virtual. *Revista de Ensino de Engenharia*, Brasília, v. 28, n. 2, p. 29-39, 2010. Disponível em: <http://revista.educacao.ws/revista/index.php/abenge/article/view/76/56>. Acesso em: 18 ago. 2021.

AUSUBEL, David Paul. *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*. London: Springer Science & Business Media, 2012.

BACICH, Lilian; MORAN, José. Aprender e ensinar com foco na educação híbrida. *Revista Pátio*, Porto Alegre, v. 17, n. 25, p. 45-47, 2015. Disponível em: <https://maisae-du.com.br/revista-patio/artigo/11551/aprender-e-ensinar-com-foco-na-educacao-hibrida.aspx>. Acesso em: 14 set. 2021.

BACICH, Lilian; NETO, Adolfo Tanzi; DE MELLO TREVISANI, Fernando. *Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação*. Porto Alegre: Penso Editora, 2015.

BACICH, Lilian; MORAN, José. *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Porto Alegre: Penso Editora, 2018.

BERGMANN, Jonathan; SAMS, Aaron. *Flip your classroom: reach every student in every class every day*. USA: International society for technology in education, 2012.

BERGMANN, Jonathan; SAMS, Aaron. *Flipped learning: gateway to student engagement*. USA: International Society for Technology in Education, 2014.

BOCAFOLI, Francisco. Física e Vestibular. *Portal Física e Vestibular*. Disponível em: <https://fisicaevestibular.com.br>. Acesso em: 18 jan. 2022.

CAMARGO, Fausto; DAROS, Thuinie. *A sala de aula inovadora-estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo*. Porto Alegre: Penso Editora, 2018.

CASTRO, Eder Alonso *et al.* Ensino híbrido: desafio da contemporaneidade? *Projeção e docência*, Brasília, v. 6, n. 2, p. 47-58, 2015. Disponível em: <http://revista.faculdade-projecao.edu.br/index.php/Projecao3/article/viewFile/563/506>. Acesso em: 15 jun. 2021.

CHRISTENSEN, Clayton M.; HORN, Michael B.; STAKER, Heather. *Is K-12 Blended Learning Disruptive? An Introduction to the Theory of Hybrids*. Clayton Christensen Institute for Disruptive Innovation, 2013.

DORNELES, Pedro Fernando Teixeira; ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Ângela. A integração entre atividades computacionais e experimentais: um estudo exploratório no ensino de circuitos cc e ca em física geral. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, v. 6, Florianópolis, 2007. *Anais...* Florianópolis, 2007.

DORNELES, Pedro Fernando Teixeira; ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Ângela. Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em física geral. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 18, n. 1, p. 99-122, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/wxc7cSmsYZvLYCd-mRRfNNjR/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 20 jul. 2021.

DRÖSE NETO, Breno. *Aprendizagem de conceitos físicos relacionados com circuitos elétricos em regime de corrente alternada com uso da placa Arduino*. 2013. 171 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/79523/000901983.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 8 jul. 2021.

EI! ENSINO INOVATIVO. Tecnologia no Ensino. *EI! Ensino Inovativo*, São Paulo, v. esp., jan. 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Francisco-Aranha-Filho/publication/285036367_Tecnologia_no_Ensino_Ei_Ensino_Inovativo_volu-me_especial_2015/links/565aeaa208ae1ef92980d4d9/Tecnologia-no-Ensino-Ei-Ensi-no-Inovativo-volume-especial-2015.pdf. Acesso em: 18 ago. 2021.

HORN, Michael B.; STAKER, Heather; CHRISTENSEN, Clayton. *Blended: usando a inovação disruptiva para aprimorar a educação*. Porto Alegre: Penso Editora, 2015.

MAZUR, Eric. WATKINS, Jessica. Just-in-Time Teaching and Peer Instruction - Getting Started with Just-in-Time Teaching. In: SIMKINS, Scott; MAIER, Mark. *Just-in-time teaching: across the disciplines, across the academy*. Stylus Publishing, LLC., 2010. Disponível: <http://www.per-central.org/items/detail.cfm?ID=11999>. Acesso em: 14 jul. 2021.

MORAN, José. Novos modelos de sala de aula. *Educatrix*, São Paulo, ano. 4, n. 7, p. 33-37, 2014. Disponível em: <https://homol.moderna.com.br/educatrix/ed7/educatrix7.html?pag=32>. Acesso em: 14 out. 2021.

NOVAK, Gregor M. *et al. Just-in-time teaching: blending active learning with web technology*. New Jersey: Prentice Hall, 1999.

OLIVEIRA, Vagner; VEIT, Eliane Angela; ARAUJO, Ives Solano. Relato de experiência com os métodos Ensino sob Medida (Just-in-Time Teaching) e Instrução pelos Colegas (Peer Instruction) para o Ensino de Tópicos de Eletromagnetismo no nível médio. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 32, n. 1, p. 180-206, abr. 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2015v32n1p180/29042>. Acesso em: 5 jul. 2021.

OLIVEIRA, Tobias Espinosa de; ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Angela. Sala de aula invertida (flipped classroom): inovando as aulas de física. *Física na escola*, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 4-13, out. 2016. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol14-Num2/a02.pdf>. Acesso em: 8 maio 2021.

PHET. *Portal PHET*. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/. Acesso em: 18 jan. 2022.

SAMS, Aaron; BERGMANN, Jonathan. Flip your students' learning. *Educational leadership*, v. 70, n. 6, pp. 16-20, 2013. Disponível em: <https://www.ascd.org/el/articles/flip-your-students-learning>. Acesso em: 2 jul. 2021.

SCHMITZ, Elieser Xisto da Silva; REIS, Susana Cristina dos. Sala de aula invertida: investigação sobre o grau de familiaridade conceitual teórico-prático dos docentes da universidade. *Educação Temática Digital*, Campinas, v. 20, n. 1, p. 153-175, 2018. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/etd/article/view/8648110/17498>. Acesso em: 8 ago. 2021.

SIQUEIRA, Lília Maria; TORRES, Patrícia Lupion. O ensino híbrido da eletricidade utilizando objetos de aprendizagem na engenharia. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 27, n. 2, p. 334-354, 2010. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2010v27n2p334/13498>. Acesso em: 8 ago. 2021.

SOBIOLOGIA. *Expectro luminoso*. Disponível em: <https://www.sobiologia.com.br>. Acesso em: 18 jan. 2022.

STAKER, Heather; HORN, Michael B. Classifying K–12 blended learning. *Christensen Institute*, 1 maio 2012. Disponível em: <https://www.christenseninstitute.org/publications/classifying-k-12-blended-learning-2/>. Acesso em: 8 set. 2021.

SILVA, Adilson da *et al.* *Metodologia ativa na educação*. São Paulo: Pimenta Cultural, 2017.

SILVA, Ricardo Augusto da; GARCIA, André de Oliveira; AMARAL, Sérgio Ferreira do. Metodologia híbrida como alternativa à metodologia educacional tradicional. *ARTE-FACTUM-Revista de estudos em Linguagens e Tecnologia*, v. 13, n. 2, p. 1-12, 2016. Disponível em: <http://artefactum.rafrom.com.br/index.php/artefactum/article/view/1123/651>. Acesso em: 15 out. 2021.

VYGOTSKY, Lev Semenovich *et al.* *Pensamento e linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

WIKIPÉDIA. *Lord Rayleigh*. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lord_Rayleigh.jpg. Acesso em: 18 jan. 2022.



**INSTITUTO
FEDERAL**

Espírito Santo

Campus
Cariacica

ISBN 978-85-8263-542-1