

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

VAGNER LUIS DA SILVEIRA CARVALHO

**UMA EXPERIÊNCIA DIDÁTICA NO ENSINO DE ÓPTICA NO
COLÉGIO DE APLICAÇÃO DA UFRGS**

Porto Alegre

2015/2

VAGNER LUIS DA SILVEIRA CARVALHO

**UMA EXPERIÊNCIA DIDÁTICA NO ENSINO DE ÓPTICA NO
COLÉGIO DE APLICAÇÃO DA UFRGS**

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado ao Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Física.

Orientadora: Prof^a. Neusa Teresinha Massoni

Porto Alegre

2015/2

*“E, ao mesmo tempo, a impressão, um pouco
longínqua,
Como de um sonho que se quer lembrar na
penumbra a que se acorda,
De haver melhor em mim do que eu.”*

Álvaro de Campos

Agradecimentos

Ao meu avô, Luis Peixoto da Silveira, que me proporcionou tantas alegrias. Obrigado por participar da minha vida, por ser meu amigo e meu companheiro. Faltou tão pouco, vô. Agora, só me restam a saudade e o desejo de seguir seus passos.

À minha mãe, Maria Luisa da Silveira Carvalho, por toda a dedicação, amor e amizade. Obrigado por me ajudar quando foi possível, e derramar lágrimas comigo quando as coisas não estiveram ao teu alcance. Sou eternamente grato por tudo.

Ao meu pai, Sandro Antônio Carvalho, por ser mais que um pai, ser um grande amigo, sempre paciente e dedicado.

À minha avó, Octacília, pelo amor, o carinho e, é claro, o chimarrão.

Ao meu *tio negro*, pelas aulas de pilotagem, a amizade e o inesquecível primeiro emprego.

À minha madrinha, Rosane, pelas férias inesquecíveis e por todo o carinho.

Aos meus primos, por serem os irmãos que eu não tive.

Aos meus colegas, especialmente aqueles que se tornaram meus amigos durante esta jornada. Com vocês passei por poucas (às vezes muitas) e boas (nem sempre), espero manter essa amizade por muito tempo.

À minha orientadora, Neusa Massoni, por ser uma pessoa íntegra e dedicada. Sem a senhora esse trabalho não seria possível.

RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso é resultado das experiências vivenciadas por mim durante a disciplina de Estágio de Docência em Física, realizado no último semestre do curso de Licenciatura em Física na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Aqui faço um relato da minha experiência didática no ensino de Óptica, onde ministrei quatorze horas-aula em uma turma de segundo ano do Ensino Médio no Colégio de Aplicação da UFRGS (CAp – UFRGS). A fundamentação teórica adotada para o planejamento das aulas é baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Em algumas aulas, na busca de uma dinâmica diferenciada, utilizei como proposta didática o método *Peer Instruction*, ou *Instrução pelos Colegas (IpC)*, em uma tradução livre, que, além de propor a interação entre os alunos, também serviu como forma de obter um retorno da aprendizagem dos alunos, o que me auxiliou na preparação das aulas subsequentes, no intuito de direcionar as aulas conforme os conhecimentos prévios e as dificuldades apresentadas pelos alunos. Além disso, na busca por um caráter histórico da evolução científica, utilizei o aporte epistemológico de Thomas Kuhn, de forma a propor a quebra de uma visão ultrapassada de ciência. Como resultado destas propostas de ensino, as aulas foram, em sua maioria, bastante dinâmicas, no sentido de interação e participação dos alunos. Sempre tentei apresentar o conteúdo de maneira correlacionada com seus conhecimentos prévios, porém sempre tentando promover questionamentos e o debate entre os alunos. As avaliações realizadas demonstram, de certa forma, a falta de comprometimento de alguns alunos que, por não entregarem algum trabalho, tiveram seus conceitos prejudicados, contudo, creio que minha experiência teve êxito, pois creio que consegui trabalhar os conteúdos de forma muito aproximada com o que planejei. Além disso, senti-me muito bem atuando como professor, o que reforça a convicção que tenho na escolha da minha profissão.

Palavras-chave: Óptica, Aprendizagem Significativa, Estágio Docente.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	REFERENCIAL TEÓRICO, EPISTEMOLÓGICO E METODOLÓGICO	10
2.1	Referencial Teórico.....	10
2.2	Referencial Epistemológico.....	13
2.3	Referencial Metodológico.....	17
3	OBSERVAÇÃO E MONITORIA	21
3.1	Caracterização do Colégio	21
3.2	Caracterização dos Professores.....	23
3.2.1	<i>Professor Beta</i>	23
3.2.2	<i>Professor Delta</i>	25
3.2.3	<i>Professor Épsilon</i>	26
3.2.4	<i>Professor Rho</i>	28
3.3	Caracterização das Turmas	30
3.3.1	<i>Turma 101 (Primeiro Ano)</i>	30
3.3.2	<i>Turma 102 (Primeiro Ano)</i>	30
3.3.3	<i>Turma 201 (Segundo Ano)</i>	31
3.3.4	<i>Turma 202 (Segundo Ano)</i>	31
3.3.5	<i>Turma 203 (Segundo Ano)</i>	32
3.3.6	<i>Turma 301 (Terceiro Ano)</i>	32
3.4	Relatos de Observação e Monitoria.....	32
3.4.1	<i>Observação – Aulas 1 e 2 (Professor Beta)</i>	33
3.4.2	<i>Observação – Aula 3 (Professor Beta)</i>	35
3.4.3	<i>Observação – Aulas 4 e 5 (Professor Delta)</i>	36
3.4.4	<i>Observação – Aula 6 (Professor Beta)</i>	38
3.4.5	<i>Observação – Aulas 7 e 8 (Professor Épsilon)</i>	39
3.4.6	<i>Observação – Aulas 9 e 10 (Professor Rho)</i>	40
3.4.7	<i>Observação e monitoria – Aula 11 (Professor Delta)</i>	42
3.4.8	<i>Observação e monitoria – Aulas 12 e 13 (Professor Delta)</i>	43

3.4.9	Observação – Aulas 14 e 15 (Professor Épsilon)	44
3.4.10	Observação – Aulas 16 e 17 (Professor Rho)	45
3.4.11	Observação – Aulas 18 e 19 (Professor Épsilon)	46
3.4.12	Observação – Aulas 20 e 21 (Professor Delta)	47
3.4.13	Observação – Aula 22 (Professor Beta)	48
3.4.14	Observação – Aulas 23 e 24 (Professor Rho)	49
4	PLANOS DE AULA E RELATOS DE REGÊNCIA	52
4.1	Plano de Aula I: Evolução Histórica e Epistemológica do Conceito de Luz	53
4.1.1	Relato de Regência: Aulas 1 e 2	54
4.2	Plano de Aula II: Caráter Ondulatório da Luz, Cores e Propagação	57
4.2.1	Relato de Regência: Aulas 3 e 4	59
4.3	Plano de Aula III: Propagação da Luz, Reflexão e Espelhos Planos	62
4.3.1	Relato de Regência: Aulas 5 e 6	63
4.4	Plano de Aula IV: Testes Com o uso do <i>Peer Instruction</i> e Refração	66
4.4.1	Relato de Regência: Aulas 7 e 8	67
4.5	Plano de Aula V: Dispersão e Espalhamento	71
4.5.1	Relato de Regência: Aulas 9 e 10	72
4.6	Plano de Aula VI: Testes Com o Uso do <i>Peer Instruction</i> e Efeito Fotoelétrico	76
4.6.1	Relato de Regência: Aulas 11 e 12	77
4.7	Plano de Aula VII: Avaliação Individual (Prova)	80
4.7.1	Relato de Regência: Aulas 13 e 14	81
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	83
	REFERÊNCIAS	89
	APÊNDICES	92
	Apêndice A.1 – Slides das Aulas 1 e 2	92
	Apêndice A.2 – Slides das Aulas 3 e 4	99
	Apêndice A.3 – Slides das Aulas 5 e 6	105
	Apêndice A.4 – Slides das Aulas 7 e 8	110
	Apêndice A.5 – Slides das Aulas 9 e 10	115

Apêndice A.6 – <i>Slides</i> das Aulas 11 e 12.....	119
Apêndice B.1 – Texto de Apoio (Aulas 1 e 2)	124
Apêndice B.2 – Texto de Apoio (Aulas 3 e 4)	127
Apêndice B.3 – Texto de Apoio (Aulas 5 e 6)	129
Apêndice B.4 – Texto de Apoio (Aulas 7 e 8)	131
Apêndice B.5 – Texto de Apoio (Aulas 9 e 10)	133
Apêndice B.6 – Texto de Apoio (Aulas 9 e 10)	135
Apêndice C.1 – Testes Conceituais (Aulas 7 e 8)	137
Apêndice C.2 – Testes Conceituais (Aulas 11 e 12)	138
Apêndice D.1 – Trabalho 1 – Entregue nas aulas 7 e 8.....	139
Apêndice D.2 – Trabalho 2 – Entregue nas aulas 9 e 10.....	141
Apêndice D.3 – Prova – Aplicada nas aulas 13 e 14.....	142

1 INTRODUÇÃO

Ao longo do curso de Licenciatura em Física temos contato com diversas disciplinas. Algumas direcionadas para o conhecimento disciplinar da Física, tanto de forma teórica, como experimental, e outras com um enfoque mais pedagógico. Neste grupo estudamos algumas teorias de aprendizagem, algumas epistemologias, tivemos oportunidade de preparar e apresentar aulas e seminários para os colegas de curso, além de ter um contato inicial com alunos de Ensino Médio através das disciplinas de Unidades de Conteúdos para Ensino Médio e/ou Fundamental I e II. Contudo, assumimos de fato o papel de professor somente no fim do curso, durante a disciplina de Estágio de Docência.

Este trabalho, portanto, consiste em um registro formal do meu período de Estágio Supervisionado (ou Estágio de Docência) do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), realizado durante o segundo semestre de 2015, no Colégio de Aplicação da UFRGS (CAp).

Durante o andamento do semestre, tivemos encontros semanais nas aulas da disciplina de Estágio, onde nós, estagiários em conjunto com nossa orientadora e professora, pudemos discutir e relatar nossas vivências em sala de aula e realizamos uma série de leituras, debates e estudos acerca de fundamentações teóricas, essenciais para a execução deste trabalho. Além disso, elaboramos e apresentamos atividades denominadas “microepisódios de ensino”, onde podíamos expor e compartilhar com os colegas e nossa orientadora, o que iríamos ministrar em nossas aulas. Acredito que esses encontros foram responsáveis por um grande aprimoramento das minhas aulas, pois as críticas sempre construtivas dos meus colegas e orientadora serviram como base para que eu pudesse melhorar cada vez mais a forma de abordar os conteúdos.

No colégio escolhido, CAp, realizei 24 horas-aula de observações e monitoria durante as aulas de Física de seis turmas de Ensino Médio, uma do terceiro ano, duas do primeiro e três do segundo ano. Durante essa etapa, pude familiarizar-me com o ambiente e a rotina da escola, compreender melhor as atitudes dos alunos, as rotinas das turmas e algumas características de cada um dos quatro professores que observei.

Após as observações e monitorias realizei a minha Regência, que consistiu em ministrar um total de quatorze horas-aula em uma turma de segundo ano, a Turma 201, onde trabalhei com os alunos a evolução histórica do conceito de Luz, conceitos de Óptica Geométrica, Óptica Física, cores e Efeito Fotoelétrico.

Constam neste trabalho os referenciais teóricos, metodológicos e epistemológicos adotados para preparação das aulas, os planos detalhados dessas aulas juntamente com os relatos descritivos das mesmas, além de características do colégio, dos professores e das turmas que tive contato durante o período de estágio.

Por fim, em minhas considerações finais, apresento uma análise reflexiva sobre o meu período de estágio e também sobre algumas experiências, frustrações e os desafios vividos ao longo da minha graduação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO, EPISTEMOLÓGICO E METODOLÓGICO

2.1 Referencial Teórico

Ensinar é uma tarefa complexa, ao ponto de que não podemos, como educadores, tratar uma turma como um grupo uniforme ou supor que todos os alunos apresentam os mesmos saberes e dificuldades. Cada aluno tem suas peculiaridades, individualidades, seus saberes prévios e suas visões de mundo, tornando a sala de aula um ambiente plural. Para que possamos trabalhar os conteúdos com uma turma, de forma a maximizar o aprendizado, precisamos compreender o aluno, como ele organiza os seus conhecimentos e assimila novos conceitos combinando-os com seu conhecimento prévio para, assim, planejar uma aula que seja *potencialmente significativa* para esse aluno.

Para tanto, farei uso, no presente trabalho, da teoria de aprendizagem de David Ausubel (MOREIRA, 2012) que tem como ideia principal a *aprendizagem significativa*.

Segundo Moreira (2013, p. 2) há uma *aprendizagem significativa* quando novos conhecimentos passam a significar algo para quem está aprendendo, quando esse aprendiz consegue explicar situações com suas palavras e resolver novos problemas. Essa aprendizagem ocorre quando o aprendiz assimila uma nova informação através de uma interação com os conhecimentos relevantes que já estão presentes na sua estrutura cognitiva. Estes conceitos foram denominados por Ausubel de *subsunçores*.

Novas ideias e informações podem ser aprendidas e retidas na medida em que conceitos, ideias ou proposições relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo e funcionem, dessa forma, como “âncora” para novas ideias, conceitos ou proposições. (MOREIRA, 2008, p. 1).

No entanto, essa experiência cognitiva não está restrita somente à influência direta dos *subsunçores* sobre a nova aprendizagem, podendo haver também modificações significativas na estrutura já existente devido à influência das novas informações. Devemos considerar que esses *subsunçores* se modificam e crescem ao interagir com novos conhecimentos, evoluindo, tornando-se mais inclusivos e aumentando sua capacidade de se relacionar com informações novas (ARAUJO, 2005).

De acordo com Moreira:

É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa

interação é não-litera e não-arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva. (MOREIRA, 2012, p. 2).

Assim, um *subsunçor* não é imutável e quando serve de ideia-âncora para um novo conhecimento, ele pode se modificar e adquirir novos significados.

Segundo Ausubel, a mente humana dispõe as informações de maneira altamente organizada e hierárquica onde os elementos mais específicos do conhecimento são ligados e assimilados a elementos mais abrangentes e inclusivos (MOREIRA, 1997, p. 27).

Para Ausubel, grande parte da aprendizagem escolar envolve a assimilação de conceitos.

A essência da teoria da assimilação é a ideia de que novos significados são adquiridos pela “interação” do novo conhecimento com os conhecimentos e proposições aprendidos anteriormente. Esse processo de interação resulta numa modificação, tanto do significado da nova informação, quanto do significado do conceito ou proposição ao qual está relacionado. Desta forma, cria-se um novo produto interacional com novo significado. Este processo de assimilação sequencial de novos significados resulta na “diferenciação progressiva” dos conceitos ou proposições com conseqüente refinamento dos significados e um aumento potencial para a criação de uma base para posterior aprendizagem significativa (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 106).

Desta organização hierárquica e do processo dinâmico de interação surgem dois importantes conceitos que Ausubel propõe: a *diferenciação progressiva* e a *reconciliação integrativa*. O primeiro conceito trata de como um *subsunçor* é modificado quando um novo conceito é assimilado. Tal modificação ocorre, como explicado pelo próprio Ausubel, pois o *subsunçor* vai incorporando os novos fatos e adquirindo sequencialmente uma maior abrangência. A reconciliação integrativa ocorre quando há uma reorganização, tanto dos conceitos que o aluno já sabe, como da hierarquia organizada de sua estrutura cognitiva.

Por exemplo, podemos partir do conceito de refração, eventualmente já presente na estrutura cognitiva de um aluno, e introduzir o conceito de dispersão cromática. Este novo conceito apresentado se relacionará com o seu *subsunçor* (conceito de ondas estacionárias), formando um terceiro conceito mais enriquecido, que pode servir de *subsunçor* para a assimilação de novos conceitos.

Entretanto, é possível que o aluno não faça uso do conceito de ondas estacionárias, que é *subsunçor* neste exemplo, e opte por decorar o conceito de

ressonância. Neste caso, a teoria diz que houve uma *aprendizagem mecânica*, em que não é empregado o *subsunçor* para ancorar e relacionar a nova informação. O conhecimento novo é armazenado arbitrariamente, sem interagir com as informações já armazenadas, dificultando a retenção do conhecimento (MOREIRA, 2008, p.2).

É comum em alunos que aprendem de forma mecânica ocorrer o chamado “branco” na hora da prova, ou alguns dias depois da avaliação, o aluno não conseguir reproduzir as mesmas informações (MACHADO; OSTERMANN, 2006, p. 8).

É importante citar que um aluno que aprende de forma significativa também esquece os conceitos aprendidos, porém, como já há uma organização em sua estrutura cognitiva, o processo para relembrar, normalmente acontece de forma muito mais rápida e eficaz.

Como percebemos, os *subsunçores* são indispensáveis para que ocorra uma *aprendizagem significativa*. Contudo, estes elementos nem sempre estão presentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Para estes casos, Ausubel propõe que se usem os chamados *organizadores prévios* (MACHADO; OSTERMANN, 2006, p. 8), que são materiais com alto grau de generalidade usados como recurso para suprir a falta de *subsunçores* e fazer uma espécie de ponte para facilitar a assimilação de um assunto novo que será apresentado ao aluno.

Ao trabalhar com o aluno, usando como ponto de partida um *subsunçor*, ou caso este não exista, lançando mão de um *organizador prévio*, devemos refletir como os novos conceitos serão assimilados e organizados na sua estrutura cognitiva, mas, especialmente, devemos levantar o que o aluno já sabe.

Segundo Ausubel, duas condições são essenciais para a *aprendizagem significativa*. Uma delas é que o material de aprendizagem seja *potencialmente significativo*, ou seja, relacionável de maneira não-arbitrária e não literal à estrutura cognitiva do aprendiz. A outra condição é que o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender (MOREIRA, 2012, p. 8), o que levei como desafio no sentido de instigar e motivar os alunos para que as aulas de minha Regência tivessem o máximo de aproveitamento possível, assim como em minha vida profissional futura.

Escolhi como referencial teórico a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, pois tem um grande potencial de aplicabilidade, dado que é uma teoria de sala de aula (MACHADO; OSTERMANN, 2006, p.12).

Na busca de uma *aprendizagem significativa*, meu objetivo durante a Regência e o planejamento das minhas aulas foi proporcionar aos alunos uma abordagem do

conteúdo que visasse valorizar seus conhecimentos prévios, de forma que os conceitos novos a serem abordados, adquirissem um significado para os alunos, no sentido de se relacionarem com conceitos preexistentes em sua estrutura cognitiva.

2.2 Referencial Epistemológico

É notório que nos dias atuais o conhecimento científico goza de uma grande confiabilidade por parte da população em geral. Em diversos meios de comunicação é corriqueiro ver em propagandas de inúmeros produtos comerciais o apelo à expressão “comprovado cientificamente” como forma de agregar credibilidade aos produtos. Essa confiança demasiada na ciência é uma herança da concepção *empirista - indutivista*, atualmente considerada superada, de que o conhecimento científico é algo inquestionável e não passível de erros.

Uma explicação *indutivista ingênua* da ciência pode ser considerada como uma maneira de formalizar essa imagem popular da ciência (CHALMERS, 1993).

Segundo Chalmers (1993), para um *indutivista* ingênuo, a ciência começa da observação e o cientista deve registrar fielmente o que por ele é observado, sem preconceitos.

Afirmações a respeito do estado do mundo, ou de alguma parte dele, podem ser justificadas ou estabelecidas como verdadeiras de maneira direta pelo uso dos sentidos do observador não-preconceituoso. As afirmações a que se chega (vou chamá-las de proposições de observação) formam então a base a partir da qual as leis e teorias que constituem o conhecimento científico devem ser derivadas. (CHALMERS, 1993, p. 24).

Na busca de uma quebra dessa visão da natureza da ciência citada por Chalmers e amplamente criticada nos dias atuais como ultrapassada, como já referido, e visando alcançar um entendimento mais crítico e reflexivo de como se faz ciência por parte dos alunos, utilizarei do aporte epistemológico de Thomas Kuhn e sua visão de ciência como embasamento para minhas aulas.

Thomas Kuhn buscou desenvolver sua visão das teorias através de uma análise histórica da ciência. Segundo Kuhn, para compreender o avanço da ciência e o que ele chama de *revoluções científicas*, é necessário ter conhecimento do contexto histórico e social no qual surgiram os debates e as controvérsias dentro de uma comunidade científica.

Kuhn tem uma visão bem oposta à *empirista-indutivista*, pois, para ele, o conhecimento científico não parte das observações, ao contrário, as teorias surgem primeiro. Assim, não há como separar teoria e observação, o que resulta em uma ciência não neutra. Logo, não existe a figura do observador não-preconceituoso citado por Chalmers, nem do “método científico”, como sendo uma sequência de passos, algorítmica, universal e infalível para se fazer ciência.

Uma das críticas de Kuhn à visão *empirista-indutivista* é dirigida aos livros de texto e manuais, nos quais estão registradas as realizações científicas. Segunde ele, esses textos, muitas vezes, estão escritos de forma a reforçarem uma visão equivocada da ciência.

Com quase igual regularidade, os mesmos livros têm sido interpretados como se afirmassem que os métodos científicos são simplesmente aqueles ilustrados pelas técnicas de manipulação empregadas na coleta de dados manuais, juntamente às generalizações teóricas desses manuais. (KUHN, 2013 p. 60).

Talvez, por essas características apresentadas nos livros, a visão de ciência atualmente esteja tão calcada na lógica *indutivista*, ainda hoje.

Para Kuhn, a evolução da ciência dá-se segundo um modelo que pode ser resumido da seguinte forma: inicialmente há um período chamado de pré-ciência, onde ainda não está estabelecido um paradigma (conjunto de teorias, valores, técnicas e visão de mundo que orientam o trabalho científico em uma dada comunidade de adeptos). Quando um paradigma é estruturado e aceito pela comunidade científica, chega-se a uma longa fase chamada de *ciência normal* (período de muito trabalho de resolução de quebra-cabeças em que os cientistas buscam articular a natureza ao paradigma aceito); pode ocorrer que devido à existência e acúmulo de sérias anomalias, pode o paradigma entrar em crise e sofrer uma ruptura, causando o que Kuhn chama de uma *revolução científica*, que leva os cientistas a aderirem a um *novo paradigma*, resultando em um *novo período de ciência normal*.

O conceito de *paradigma* é fundamental para entender o pensamento de Kuhn. Partindo deste conceito podemos compreender as fases de evolução da ciência segundo o modelo já citado.

Considero “paradigmas” as realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência. (KUHN, 2013, p. 53).

Quando adere a um paradigma, a comunidade científica adquire de forma igualitária um critério para determinar em quais problemas, cuja solução é possível segundo o paradigma, devem trabalhar. Problemas fora do paradigma adotado são rejeitados ou considerados perda de tempo.

Ao adotar um paradigma é preciso trabalhá-lo. Segundo Kuhn (2013) “tal como uma decisão judicial aceita no direito costumeiro, o paradigma é um objeto a ser melhor articulado e precisado em condições novas ou mais rigorosas”.

A *ciência normal* não está em busca de novos fenômenos, justamente porque esses são rejeitados por estarem fora do *paradigma*. “Em vez disso a pesquisa científica normal está dirigida para a articulação daqueles fenômenos e teorias já fornecidos pelo *paradigma*” (KUHN, 2013, p. 88). Podemos dizer que no período de *ciência normal* é buscado um *acabamento do paradigma* e, de certa forma, ocorre uma restrição na visão do cientista durante tal período, pois nesta fase não há um interesse em produzir grandes novidades. Portanto, o cientista foca-se na investigação profunda e detalhada de uma parcela da natureza, seja de forma empírica ou teórica.

Na busca de uma articulação do *paradigma*, segundo Kuhn, existem apenas três focos normais para a investigação científica dos fatos.

Primeiramente, segundo Kuhn, temos uma classe de fatos que o *paradigma* mostrou serem reveladores da natureza das coisas e que, ao empregá-los na resolução de problemas tornaram-se merecedores de uma determinação mais precisa, numa variedade maior de situações (KUHN, 2013, p. 90). Como exemplo dessas determinações significativas de fatos, segundo Kuhn, incluíram-se, na Astronomia, a determinação da posição e da magnitude das estrelas, os períodos das eclipses das estrelas duplas etc.; na Química, os pesos de composições e combinação, acidez das soluções etc.

Como um segundo foco, temos a harmonização dos fatos com a teoria, onde, basicamente todo empenho é direcionado na busca de uma concordância entre as predileções do paradigma com as experiências, através da criação, por exemplo, de novos equipamentos como a máquina de Atwood, inventada quase um século depois dos “Principia” de Newton.

O terceiro foco refere-se ao trabalho empírico para articular a teoria do *paradigma*, resolvendo ambiguidades residuais como a determinação de constantes físicas universais - a determinação da constante gravitacional (G) por Cavendish é um exemplo da articulação do paradigma newtoniano (OSTERMANN, 1996).

Durante o período de *ciência normal*, caracterizada pela adesão a um único paradigma, o cientista fica, portanto, encarregado da tarefa de resolver *quebra-cabeças*, que, segundo Kuhn, são uma categoria particular de problemas que servem para testar nossa engenhosidade ou habilidade na resolução de problemas. *Quebra-cabeças* são os únicos problemas que a comunidade admitirá como científicos ou encorajará seus membros a resolver (KUHN, 2013, p. 106).

Com o avanço da ciência, os *quebra-cabeças* da *ciência normal* podem começar a fracassar, como já referido, e não mais produzir os resultados esperados, gerando problemas que o paradigma não consegue dar conta, chamados de *anomalias* que, quando se acumulam e se mostram persistentes, podem resultar em uma *crise no paradigma*. Quando uma crise resulta na emergência de novas e radicais teorias levando a adoção de um novo paradigma, temos o que Kuhn chama de *revolução científica*.

Segundo Kuhn:

A transição de um paradigma em crise para um novo, do qual pode surgir uma nova tradição de ciência normal, está longe de ser um processo cumulativo obtido através de uma articulação do velho paradigma. É antes uma reconstrução de área de estudos a partir de novos princípios, reconstrução que altera algumas das generalizações teóricas mais elementares do paradigma, bem como muitos de seus métodos e aplicações. (KUHN, 2013, p. 169).

A emergência de novas ideias rompe o antigo paradigma e introduz um novo paradigma, regido por regras diferentes e com uma visão de mundo diferente. Os cientistas aderem ao novo paradigma se perceberem que ele é inteligível, mais frutífero e promissor. Como são visões de mundo distintas, o novo e o velho paradigma se tornam incomensuráveis.

A partir da emergência do novo paradigma surge uma nova fase de ciência normal e assim, segundo Kuhn, dá-se o avanço da ciência.

Neste trabalho, ao longo das aulas, procurei mostrar que distintos paradigmas se sucederam na história revolucionária do conceito de Luz, até chegarmos ao conceito atualmente aceito, a partir da Mecânica Quântica, de onda-partícula. Ainda que tenha sido uma discussão bastante introdutória, o objetivo foi o de fazer com que os alunos refletissem sobre a natureza do conhecimento científico e percebessem a ciência como uma construção humana, com acertos, erros, rupturas e sem verdades absolutas e finais, dado que também não há perguntas finais.

2.3 Referencial Metodológico

Neste trabalho, durante o período de Regência, procurei diversificar minhas aulas buscando torná-las interessantes para os alunos, e também procurei utilizar uma metodologia que facilitasse um retorno de como os estudantes estavam aprendendo. Para isto usei o *Peer Instruction*, em algumas aulas.

O método *Peer Instruction*, ou *Instrução pelos Colegas (IpC)*, em uma tradução livre, foi desenvolvido pelo professor de Física Eric Mazur, da Universidade de Harvard e traz uma proposta diferenciada para a dinâmica em sala de aula.

O próprio Mazur relata em *Confissões de um professor convertido* (MAZUR, 2007), que muitos de seus alunos, depois de alguns meses de física introdutória, haviam decorado vários conceitos físicos e sabiam como aplicá-los numericamente em problemas. Porém, para a surpresa de Mazur, os mesmos alunos apresentavam dificuldades na aplicação em situações diversas dos mesmos conceitos. Segundo Mazur:

Quando lhes é solicitado, por exemplo, que comparem as forças que atuam numa colisão entre uma camioneta pesada e um automóvel ligeiro, muitos alunos respondem convictamente que o caminhão pesado exerce uma força maior. (MAZUR, 2007, p.57)

Na busca de novas maneiras de ensinar física introdutória em cursos universitários, Mazur procurou formas de concentrar as atenções nos conceitos subjacentes sem sacrificar as competências dos alunos em resolver problemas. Como resultado surgiu o método *Peer Instruction*. (MAZUR, 2007, p. 63). O método *Peer Instruction* enfoca na aprendizagem tendo como base o questionamento e a discussão entre os alunos, de forma que se quebre um modelo passivo baseado em aulas expositivas em que o aluno pouco participa. Como o próprio nome "*Peer Instruction*" (no Brasil: *Instrução pelos Colegas (IpC)*) nos indica, o método visa proporcionar condições para que os alunos aprendam juntamente com os próprios colegas, não tendo mais o professor como única fonte de informação.

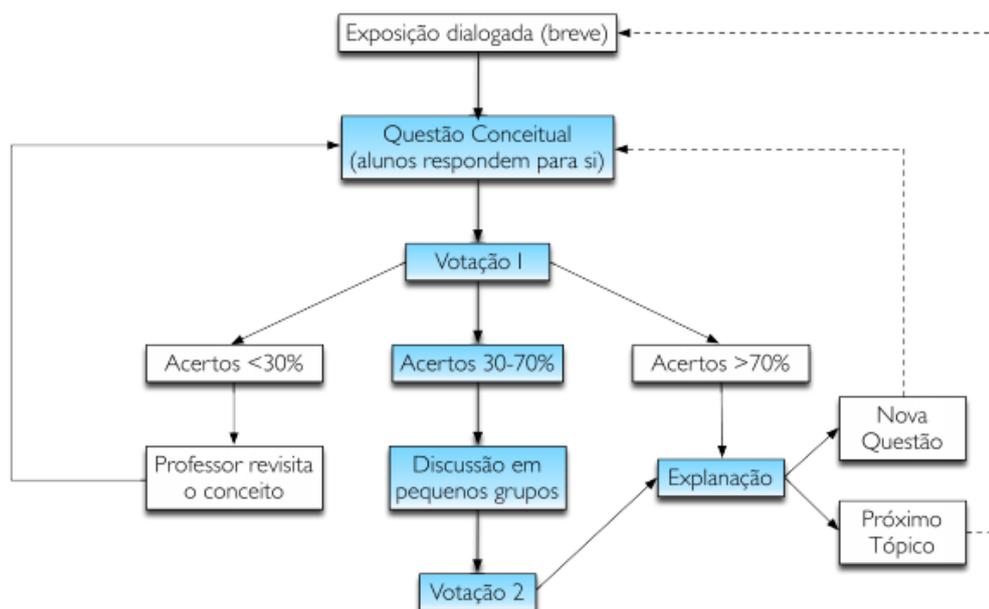
A estrutura de aplicação do método consiste em aulas divididas em pequenas séries de apresentações orais por parte do professor, com um enfoque nos principais conceitos a serem trabalhados. Logo após, questões conceituais são apresentadas para que os alunos respondam primeiro individualmente e logo após discutam com os colegas. (ARAUJO; MAZUR, 2013, p.367).

O procedimento para aplicação do método segue da seguinte forma:

1. Exposição oral breve por parte do professor (aproximadamente 20 min);
2. Apresentação de uma questão conceitual (MAZUR, 2007):
 - a. Apresentação da questão e suas alternativas (1min) – lida em voz alta e de forma clara;
 - b. Solicitação para os alunos pensarem em uma alternativa de resposta e formularem um argumento para defendê-la (1 min) – individual e em silêncio;
 - c. Votação (por exemplo, com cartões de resposta);
 - d. Momento de interação social aluno-aluno (1 - 2 min);
 - e. Nova votação;
 - f. Discussão da resposta correta, pelo professor, e finalização da questão.

O resultado da primeira votação serve como base para que o professor tome decisões sobre o andamento da aula. Se aproximadamente 70% dos alunos acertarem a questão, o professor realiza uma breve explicação e segue para outra. Se o índice de acerto for menor do que 30%, o professor deve explicar novamente a matéria, porém abordando-a de forma diferente da que ele usou no item 1, buscando um maior esclarecimento sobre o tema e, após, apresenta outra questão conceitual, recomeçando o processo.

Figura 1: fluxograma do processo de implementação do *Peer Instruction*.



Fonte: Araujo & Mazur (2013, p. 370).

Se a porcentagem de acertos estiver entre 30% e 70% o professor deve propiciar aos alunos um momento de interação social, onde alunos com respostas divergentes interagem entre si, em forma de debate, tentando convencer os colegas de suas respostas. Após este momento, abre-se uma nova votação sobre a mesma questão, reiniciando o processo.

O fluxograma da Figura 1 nos mostra a estrutura básica de funcionamento dessa metodologia.

É relevante salientar que a discussão entre os alunos é de grande importância, pois nesse ponto os estudantes têm a condição de compreender diferentes conceitos através de uma linguagem que eles estão mais habituados e que muitas vezes o professor não consegue alcançar e reproduzir, pois está apegado a uma linguagem mais específica e técnica.

A votação normalmente é realizada através do uso de *clickers* ou de *flashcards*. Os *clickers*, distribuídos para cada aluno individualmente, são uma espécie de controle remoto com botões que indicam as diferentes alternativas. Com o uso destes, após os alunos responderem, uma estatística sobre os erros e acertos é enviada ao computador do professor de imediato.

Os *flashcards* (Figura 2), cartões com letras impressas - de A a E (correspondentes às alternativas), de cores diferentes, constituem uma alternativa de baixo custo, com algumas limitações, mas de igual eficácia comparado com os *clickers*, segundo a literatura.

Figura 2: Imagem dos *Flashcards* usados na Regência.



Fonte: o autor (2015)

Resultados de pesquisa em Ensino de Física apontam uma melhora significativa no desempenho dos estudantes que tiveram aula com o método Instrução pelos Colegas. Tais resultados foram medidos em testes padronizados, se comparados ao método tradicional de ensino (CROUCH *et al.*, 2007; CROUCH, *et al.*, 2001; FAGEN, 2002 *apud* ARAUJO E MAZUR, 2013).

Nas aulas em que apliquei o método, obtive resultados muito satisfatórios, pois a interação entre os alunos retirou-os da posição de simples espectadores e o uso de uma linguagem familiar entre eles pareceu facilitar o processo de aprendizagem, além de tornar a aula mais democrática e dinâmica, fugindo do método tradicional expositivo.

3 OBSERVAÇÃO E MONITORIA

Neste capítulo relato as observações e monitorias realizadas, por mim, no Colégio de Aplicação da UFRGS e que totalizaram 24 horas-aula. Também descrevo o colégio, os professores, o tipo de ensino por eles privilegiado e as turmas que tive contato durante o período de estágio.

3.1 Caracterização do Colégio

Para realizar o meu Estágio de Docência escolhi o Colégio de Aplicação da UFRGS, como já citado, pela proximidade ao Instituto de Física, por sua boa infraestrutura e pelas referências positivas que recebi de colegas que estagiaram anteriormente nesse colégio.

O Colégio de Aplicação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (CAp – UFRGS) está localizado na Avenida Bento Gonçalves, 9500, no Bairro Agronomia da cidade de Porto Alegre, RS, no campus da própria universidade. Fundado em 04 de abril de 1954, o CAp funcionou inicialmente como uma escola-laboratório vinculada à antiga Faculdade de Filosofia, surgindo com a proposta de ser um ambiente voltado para a prática docente dos alunos das Licenciaturas da UFRGS. Atualmente o colégio possui Ensino Fundamental e Ensino Médio nas modalidades regular e EJA (Educação de Jovens e Adultos).

Presentemente a escola conta com cerca de 80 professores e tem aproximadamente 700 alunos matriculados. O ingresso dos alunos dá-se por meio de sorteio através de edital¹. Portanto, o público discente da escola é bastante heterogêneo em aspectos culturais e socioeconômicos.

A estrutura física do CAp, comparada a de outras escolas públicas que conheço, apresenta condições muito boas. As salas de aula em geral são amplas, bem iluminadas, e dispõem de ventiladores. No geral, o espaço é bem organizado e limpo e os banheiros estão em boas condições de uso. Todas as salas possuem quadro-negro, acesso à rede *wireless* e, em todos os ambientes em que estive, durante a fase de Observações e Monitoria, não faltaram classes ou cadeiras para os alunos.

O colégio possui uma sala para cada área do conhecimento destinada aos professores. Possui biblioteca, com bom acervo e bem diversificado, laboratórios de

¹ Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/colegiodeaplicacao/editais/ingresso-de-alunos-1>>. Acesso em: 10 out. 2015.

ensino, laboratório de informática, quadras esportivas e uma área reservada para os alunos em horário de intervalo, que tem até um piano à disposição dos alunos.

Externamente há um amplo espaço com estacionamento e área dedicada a veículos de transporte escolar. O colégio é monitorado por câmeras de segurança, além de possuir uma portaria zelada por um agente de segurança.

O laboratório de Física, com o qual eu tive mais contato, tem um amplo espaço físico, oito bancadas, quadro-negro e seis armários com *kits* para realizar experimentos de física básica, embora sejam muito antigos e mal conservados.

De maneira geral, os prédios que compõem o CAP estão bem conservados, com pintura e estrutura em boas condições, como mostrado nas figuras que seguem.

Figura 3: foto da fachada do colégio.



Fonte: página do colégio².

Figura 4: foto do interior (saguão) do colégio.



Fonte: página do colégio³

² Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/colégiodeaplicacao/carousel/fachada.png>>. Acesso em: 14 out. 2015.

³ Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/colégiodeaplicacao/carousel/DSC05209.JPG>>. Acesso em: 14 out. 2015.

3.2 Caracterização dos Professores

Como citado anteriormente, durante o período de Observação e Monitoria, tive contato com quatro professores os quais, com o propósito de manter em sigilo suas identidades, denominarei pelos pseudônimos: *Beta*, *Delta*, *Épsilon* e *Rho*. A seguir segue uma caracterização de cada um desses professores.

3.2.1 Professor Beta

O professor *Beta* possui graduação em Licenciatura em Física e mestrado e doutorado em Ensino de Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e, desde 2011, é professor efetivo do Departamento de Ciências Exatas e da Natureza do Colégio de Aplicação da UFRGS.

Através das minhas observações, identifiquei características marcantes desse professor: sua informalidade e espontaneidade ao se comunicar com os alunos e o seu senso de humor. *Beta* frequentemente fez uso de palavrões, gírias e expressões de duplo sentido durante suas aulas, o que, na minha visão, cativava os alunos, pois ele procurava dialogar com a turma em uma linguagem familiar aos adolescentes. Apesar de sua característica informal, o professor *Beta* trata o conteúdo de suas aulas com muita seriedade e rigor técnico, cobrando muito a participação de todos os seus alunos. *Beta*, em todas as aulas que observei, mostrou ter total domínio do conteúdo ministrado e gozar de respeito e admiração de suas turmas, além de ser detentor de uma ótima abordagem didática.

O quadro a seguir apresenta alguns aspectos que remetem ao perfil e à didática do professor *Beta*. O número “1” indica um comportamento mais próximo a um comportamento negativo e número “5”, mais próximo do positivo. Ressalto que tais aspectos remetem somente ao período que observei a aula do presente professor.

Comportamentos negativos	1	2	3	4	5	Comportamentos positivos
Parece ser muito rígido no trato com os alunos				X		Dá evidência de flexibilidade
Parecer ser muito condescendente com os alunos				X		Parece ser justo em seus critérios
Parece ser frio e reservado					X	Parece ser caloroso e entusiasmado
Parece irritar-se facilmente		X				Parece ser calmo e paciente
Expõe sem cessar, sem esperar reação dos alunos					X	Provoca reação da classe
Não parece se preocupar se os					X	Busca saber se os alunos estão

alunos estão acompanhando a exposição						entendendo o que está sendo exposto
Explica de uma única maneira					X	Busca oferecer explicações alternativas
Exige participação dos alunos			X			Faz com que os alunos participem naturalmente
Apresenta os conteúdos sem relacioná-los entre si				X		Apresenta os conteúdos de maneira integrada
Apenas segue a sequência dos conteúdos que está no livro					X	Procura apresentar os conteúdos em uma ordem (psicológica) que busca facilitar a aprendizagem
Não adapta o ensino ao nível de desenvolvimento cognitivo dos alunos			X			Procura ensinar de acordo com o nível cognitivo dos alunos
É desorganizado				X		É organizado, metódico
Comete erros conceituais					X	Não comete erros conceituais
Distribui mal o tempo da aula					X	Tem bom domínio do tempo de aula
Usa linguagem imprecisa (com ambiguidades e/ou indeterminações)				X		É rigoroso no uso da linguagem
Não utiliza recursos audiovisuais				X		Utiliza recursos audiovisuais
Não diversifica as estratégias de ensino				X		Procura diversificar as estratégias instrucionais
Ignora o uso das novas tecnologias					X	Usa novas tecnologias ou refere-se a eles quando não disponíveis
Não dá atenção ao laboratório	X					Busca fazer experimentos de laboratório, sempre que possível
Não faz demonstrações em aula	X					Sempre que possível, faz demonstrações
Apresenta a Ciência como verdades descobertas pelos cientistas			X			Apresenta a Ciência como construção humana, provisória
Simplesmente “pune” os erros dos alunos					X	Tenta aproveitar erro como fonte de aprendizagem
Não se preocupa com o conhecimento prévio dos alunos			X			Leva em consideração o conhecimento prévio dos alunos
Parece considerar os alunos como simples receptores de informação				X		Parece considerar os alunos como perceptores e processadores de informação
Parecer preocupar-se apenas com as condutas observáveis dos alunos				X		Parece ver os alunos como pessoas que pensam, sentem e atuam

Quadro 1 – Caracterização de alguns aspectos do professor *Beta*.

O Quadro 1 indica um perfil bastante positivo e que o professor *Beta* buscava diversificar suas estratégias didáticas e favorecer a aprendizagem dos estudantes.

3.2.2 *Professor Delta*

O professor *Delta* fazia parte do programa de educação continuada⁴, que consiste em um programa voltado para a formação complementar docente. *Delta* é licenciado em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Pelo que observei, o professor *Delta*, quando se tratava de domínio do conteúdo, mostrou-se sempre muito seguro, expressando-se de forma clara e coerente perante sua turma. Em termos didáticos, suas aulas tinham um caráter bastante expositivo e voltado para a resolução de exercícios. Contudo, o professor, apesar de interagir pouco com os alunos, sempre explicou os conteúdos de forma clara e didática durante suas aulas. Como aspecto negativo, ressalto a sua aparente falta de experiência e, conseqüentemente, de maior controle sobre os alunos. Muitas vezes, em suas aulas, pareceu-me que ele perdia totalmente o controle da turma, sendo que, em inúmeras vezes, tornava-se difícil até mesmo de escutar sua voz em meio a tanto barulho.

Utilizei o mesmo quadro do item anterior, com os mesmos critérios, para avaliar e apontar as características do professor *Delta*.

Comportamentos negativos	1	2	3	4	5	Comportamentos positivos
Parece ser muito rígido no trato com os alunos		X				Dá evidência de flexibilidade
Parecer ser muito condescendente com os alunos			X			Parece ser justo em seus critérios
Parece ser frio e reservado			X			Parece ser caloroso e entusiasmado
Parece irritar-se facilmente				X		Parece ser calmo e paciente
Expõe sem cessar, sem esperar reação dos alunos		X				Provoca reação da classe
Não parece se preocupar se os alunos estão acompanhando a exposição	X					Busca saber se os alunos estão entendendo o que está sendo exposto
Explica de uma única maneira					X	Busca oferecer explicações alternativas
Exige participação dos alunos		X				Faz com que os alunos participem naturalmente
Apresenta os conteúdos sem relacioná-los entre si				X		Apresenta os conteúdos de maneira integrada
Apenas segue a sequência dos conteúdos que está no livro					X	Procura apresentar os conteúdos em uma ordem (psicológica) que busca facilitar a aprendizagem
Não adapta o ensino ao nível de desenvolvimento cognitivo dos alunos			X			Procura ensinar de acordo com o nível cognitivo dos alunos
É desorganizado				X		É organizado, metódico

⁴ Mais informações em: <<http://www.ufrgs.br/colegiodeaplicacao/editais/programa-de-educacao-continuada-1>>. Acesso em: 10 out. 2015.

Comete erros conceituais				X	Não comete erros conceituais
Distribui mal o tempo da aula				X	Tem bom domínio do tempo de aula
Usa linguagem imprecisa (com ambiguidades e/ou indeterminações)			X		É rigoroso no uso da linguagem
Não utiliza recursos audiovisuais			X		Utiliza recursos audiovisuais
Não diversifica as estratégias de ensino			X		Procura diversificar as estratégias instrucionais
Ignora o uso das novas tecnologias			X		Usa novas tecnologias ou refere-se a eles quando não disponíveis
Não dá atenção ao laboratório	X				Busca fazer experimentos de laboratório, sempre que possível
Não faz demonstrações em aula	X				Sempre que possível, faz demonstrações
Apresenta a Ciência como verdades descobertas pelos cientistas			X		Apresenta a Ciência como construção humana, provisória
Simplesmente “pune” os erros dos alunos			X		Tenta aproveitar erro como fonte de aprendizagem
Não se preocupa com o conhecimento prévio dos alunos			X		Leva em consideração o conhecimento prévio dos alunos
Parece considerar os alunos como simples receptores de informação		X			Parece considerar os alunos como perceptores e processadores de informação
Parecer preocupar-se apenas com as condutas observáveis dos alunos			X		Parece ver os alunos como pessoas que pensam, sentem e atuam

Quadro 2 – Caracterização de alguns aspectos do professor *Delta*.

A observação do Quadro 2 indica um perfil mais tradicional do professor *Delta*, especialmente com respeito às estratégias didáticas bastante conservadoras.

3.2.3 Professor *Épsilon*

Professor *Épsilon* possui graduação em Licenciatura e Bacharelado em Física, mestrado em Engenharia de Minas, Metalúrgica e Materiais e doutorado em Ensino de Física. Todos os títulos foram adquiridos na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). *Épsilon* é professor no Colégio de Aplicação da UFRGS desde 1999.

Foi o professor que tive mais contato durante o meu período de estágio, pois realizei minha Regência em uma de suas turmas. Contudo, não pude observar um número muito expressivo de suas aulas, contabilizando seis períodos de observação ao todo.

Durante o tempo em que o observei, posso caracterizar este professor como uma pessoa profundamente preocupada com o desenvolvimento e o progresso dos alunos

durante suas aulas. Suas avaliações eram orais e individuais, como estão descritas adiante neste trabalho, e exemplificam bem a sua metodologia que, a meu ver, buscava uma relação mais individualizada com os alunos. *Épsilon* demonstrou clareza em suas explicações, uma linguagem de fácil entendimento, um bom controle sobre suas turmas e domínio dos conteúdos que abordou.

O Quadro a seguir, assim como os anteriores, traz alguns parâmetros que auxiliam na caracterização do professor.

Comportamentos negativos	1	2	3	4	5	Comportamentos positivos
Parece ser muito rígido no trato com os alunos					X	Dá evidência de flexibilidade
Parecer ser muito condescendente com os alunos			X			Parece ser justo em seus critérios
Parece ser frio e reservado					X	Parece ser caloroso e entusiasmado
Parece irritar-se facilmente		X				Parece ser calmo e paciente
Expõe sem cessar, sem esperar reação dos alunos				X		Provoca reação da classe
Não parece se preocupar se os alunos estão acompanhando a exposição				X		Busca saber se os alunos estão entendendo o que está sendo exposto
Explica de uma única maneira				X		Busca oferecer explicações alternativas
Exige participação dos alunos					X	Faz com que os alunos participem naturalmente
Apresenta os conteúdos sem relacioná-los entre si				X		Apresenta os conteúdos de maneira integrada
Apenas segue a sequência dos conteúdos que está no livro					X	Procura apresentar os conteúdos em uma ordem (psicológica) que busca facilitar a aprendizagem
Não adapta o ensino ao nível de desenvolvimento cognitivo dos alunos					X	Procura ensinar de acordo com o nível cognitivo dos alunos
É desorganizado					X	É organizado, metódico
Comete erros conceituais					X	Não comete erros conceituais
Distribui mal o tempo da aula					X	Tem bom domínio do tempo de aula
Usa linguagem imprecisa (com ambiguidades e/ou indeterminações)				X		É rigoroso no uso da linguagem
Não utiliza recursos audiovisuais	X					Utiliza recursos audiovisuais
Não diversifica as estratégias de ensino			X			Procura diversificar as estratégias instrucionais
Ignora o uso das novas tecnologias	X					Usa novas tecnologias ou refere-se a eles quando não disponíveis
Não dá atenção ao laboratório	X					Busca fazer experimentos de laboratório, sempre que possível
Não faz demonstrações em aula	X					Sempre que possível, faz demonstrações
Apresenta a Ciência como			X			Apresenta a Ciência como construção

verdades descobertas pelos cientistas						humana, provisória
Simplesmente “pune” os erros dos alunos			X			Tenta aproveitar erro como fonte de aprendizagem
Não se preocupa com o conhecimento prévio dos alunos				X		Leva em consideração o conhecimento prévio dos alunos
Parece considerar os alunos como simples receptores de informação					X	Parece considerar os alunos como perceptores e processadores de informação
Parecer preocupar-se apenas com as condutas observáveis dos alunos					X	Parece ver os alunos como pessoas que pensam, sentem e atuam

Quadro 3 – Caracterização de alguns aspectos do professor *Épsilon*.

A observação do Quadro 3 aponta, como já citado, o professor *Épsilon* com um perfil que demonstra preocupação com os alunos e suas individualidades.

3.2.4 *Professor Rho*

Rho é Licenciado em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e, assim como *Delta*, também faz parte do Programa de Educação Continuada do CAP.

Através das minhas observações, notei que esse professor preocupou-se muito com a abordagem experimental e também em destacar aplicações tecnológicas dos fenômenos físicos, buscando relacionar o conteúdo de suas aulas com o cotidiano dos alunos.

No seu trato com a turma, a meu ver, *Rho* mostrou-se muito inseguro em algumas situações, perdendo com facilidade o controle sobre a sua turma e não conseguindo algumas vezes comunicar-se com os alunos. Em relação ao conteúdo, cometeu alguns erros conceituais, contudo mostrou preocupação e disposição em obter melhores informações e levar posteriormente o conteúdo de forma correta para os seus alunos.

Assim como os demais professores, o quadro a seguir serve como ferramenta para caracterizar esse professor.

Comportamentos negativos	1	2	3	4	5	Comportamentos positivos
Parece ser muito rígido no trato com os alunos					X	Dá evidência de flexibilidade
Parecer ser muito condescendente com os alunos			X			Parece ser justo em seus critérios
Parece ser frio e reservado			X			Parece ser caloroso e entusiasmado

Parece irritar-se facilmente					X	Parece ser calmo e paciente
Expõe sem cessar, sem esperar reação dos alunos		X				Provoca reação da classe
Não parece se preocupar se os alunos estão acompanhando a exposição	X					Busca saber se os alunos estão entendendo o que está sendo exposto
Explica de uma única maneira				X		Busca oferecer explicações alternativas
Exige participação dos alunos	X					Faz com que os alunos participem naturalmente
Apresenta os conteúdos sem relacioná-los entre si					X	Apresenta os conteúdos de maneira integrada
Apenas segue a sequência dos conteúdos que está no livro			X			Procura apresentar os conteúdos em uma ordem (psicológica) que busca facilitar a aprendizagem
Não adapta o ensino ao nível de desenvolvimento cognitivo dos alunos					X	Procura ensinar de acordo com o nível cognitivo dos alunos
É desorganizado				X		É organizado, metódico
Comete erros conceituais		X				Não comete erros conceituais
Distribui mal o tempo da aula					X	Tem bom domínio do tempo de aula
Usa linguagem imprecisa (com ambiguidades e/ou indeterminações)				X		É rigoroso no uso da linguagem
Não utiliza recursos audiovisuais	X					Utiliza recursos audiovisuais
Não diversifica as estratégias de ensino					X	Procura diversificar as estratégias instrucionais
Ignora o uso das novas tecnologias					X	Usa novas tecnologias ou refere-se a eles quando não disponíveis
Não dá atenção ao laboratório					X	Busca fazer experimentos de laboratório, sempre que possível
Não faz demonstrações em aula					X	Sempre que possível, faz demonstrações
Apresenta a Ciência como verdades descobertas pelos cientistas			X			Apresenta a Ciência como construção humana, provisória
Simplesmente “pune” os erros dos alunos			X			Tenta aproveitar erro como fonte de aprendizagem
Não se preocupa com o conhecimento prévio dos alunos				X		Leva em consideração o conhecimento prévio dos alunos
Parece considerar os alunos como simples receptores de informação			X			Parece considerar os alunos como perceptores e processadores de informação
Parecer preocupar-se apenas com as condutas observáveis dos alunos		X				Parece ver os alunos como pessoas que pensam, sentem e atuam

Quadro 4 – Caracterização de alguns aspectos do professor *Rho*.

Através do Quadro 4 vemos que *Rho* apresenta um perfil que busca relacionar os conteúdos e levar propostas diferenciadas para sala de aula, mas, ao mesmo tempo,

apresenta dificuldade em relacionar-se com os alunos e, especialmente, não consegue impor certa autoridade, frente à turma, minimamente necessária para conduzir as aulas.

Assim, é possível dizer que os quatro professores observados tinham perfis diferentes, embora todos demonstrassem preocupação em apresentar a Física de maneira a que os alunos pudessem assimilar seus princípios e fundamentos.

3.3 Caracterização das Turmas

Faço aqui uma breve descrição das turmas de Ensino Médio que observei durante a primeira etapa da disciplina de Estágio. No total foram seis turmas: duas de primeiro ano, três de segundo ano e uma de terceiro ano. Uma descrição mais aprofundada dessas turmas é encontrada nos Relatos de Observação e Monitoria, no item 3.4 deste trabalho.

3.3.1 Turma 101 (Primeiro Ano)

Durante os seis períodos que estive em sala de aula acompanhando a Turma101, observei uma turma pouco participativa e desinteressada. Um número expressivo de alunos mantinha-se sempre conversando, o que tornava o ambiente deveras ruidoso e atrapalhava o andamento das aulas.

Ao auxiliar a turma em uma aula de resolução de exercícios, notei que a maioria dos alunos não tinha interesse em compreender e interpretar os problemas, além disso, todos os alunos que auxiliei tinham sérias dificuldades em matemática básica.

Mais descrições sobre essa turma podem ser encontradas nos Relatos de Observação das aulas 4 e 5, 12 e 13 e também nos relatos 20 e 21, em que observei a turma realizando uma prova.

3.3.2 Turma 102 (Primeiro Ano)

Acompanhei quatro períodos de aula nessa turma. A maioria dos alunos, principalmente no início das aulas, mostrava-se muito agitada, contudo, o professor era muito respeitado e conseguia controlar e organizar a turma de maneira a dar um bom andamento nas aulas. A turma mostrou-se sempre muito participativa, talvez pelo fato de o professor cobrar muito a interação dos alunos.

Ao realizar monitoria na turma, observei que os alunos, assim como os da turma 101, apresentavam muitas dificuldades em matemática básica, porém demonstravam mais interesse em aprender, buscando compreender conceitualmente as questões.

Maiores detalhes dessa turma são encontrados nos Relatos de Observação das aulas 3, 6, 11 e 22, no item 3.4 deste trabalho de conclusão de curso.

3.3.3 Turma 201 (Segundo Ano)

Observei dois encontros de duas horas-aula, num total de quatro períodos nessa turma. Porém, é difícil caracterizar a turma durante esse tempo, pois nessas aulas o professor realizou avaliações individuais, as quais não consegui observar (isto é, interagir e ouvir) de perto, pois eram realizadas junto à mesa do professor. Contudo, tive muito mais contato com a turma posteriormente, pois a escolhi para realizar minha Regência e, baseado nesse período é que faço uma melhor descrição.

Considero a Turma 201 uma turma heterogênea, tanto em termos socioculturais, como em termos de participação e interesse dos alunos nas aulas. Enquanto um grupo de alunos participava intensamente, outro grupo observava de forma atenta, porém quase não se manifestava, além de haver um pequeno número de alunos que parecia ignorar totalmente as aulas. De maneira geral, a turma foi muito respeitosa e organizada, sendo que não tive grandes problemas relacionados com a disciplina dos alunos.

Mais características dessa turma podem ser encontrados nos Relatos de Observação das Aulas 7 e 8 e das Aulas 18 e 19 no item 3.4 deste trabalho, além de todos os meus Relatos de Regência.

3.3.4 Turma 202 (Segundo Ano)

Observei apenas dois períodos nessa turma, ou seja, duas horas-aula. Assim como na Turma 201, o professor estava realizando avaliações individuais nas aulas observadas. O pouco que posso dizer sobre essa turma é que os alunos mostravam-se muito solícitos ao professor.

Mais algumas informações sobre a turma podem ser encontradas no Relato de Observação das aulas 14 e 15 no item 3.4 deste trabalho.

3.3.5 Turma 203 (Segundo Ano)

Observei seis períodos nessa turma que, sem dúvida, foi a mais agitada dentre todas as seis observadas. A participação dos alunos foi quase nula durante as aulas, mantinham muitas conversas paralelas, muitos gritos e havia um número expressivo de alunos que sequer olhava para o quadro ou para o professor. Algumas vezes o nível de barulho impossibilitava-me, inclusive, de escutar o que o professor estava falando. Os poucos alunos que demonstravam algum interesse tentaram, sem sucesso, chamar a atenção dos colegas algumas vezes. O professor, por sua vez, parecia não se importar com a falta de participação ou o barulho e, como se nada estivesse acontecendo, seguia suas aulas normalmente.

Maiores detalhes sobre essa turma podem ser encontrados nos Relatos de Observação das Aulas 9 e 10, 16 e 17 e das Aulas 23 e 24 no item 3.4 deste trabalho.

3.3.6 Turma 301 (Terceiro Ano)

Observei apenas dois períodos nessa turma. O pouco que posso descrever sobre a mesma é que os alunos se mostraram muito participativos, talvez pela cobrança feita pelo professor. Dentre todas as turmas que acompanhei no período de Observações e Monitoria, apesar de observar pouco a 301, creio que foi a turma mais participativa e interessada.

O Relato de Observação das Aulas 1 e 2, item 3.4 deste trabalho, contém mais alguns detalhes sobre a turma.

3.4 Relatos de Observação e Monitoria

No período inicial da disciplina de Estágio de Docência, além das aulas de leitura e discussão sobre estratégias didáticas, referenciais e aspectos sobre a preparação das aulas, tive a oportunidade de me familiarizar melhor com o ambiente escolar durante um relativamente longo período de 24 horas-aula, onde pude estar presente em sala de aula, observando, e algumas vezes auxiliando, tanto os alunos, como os professores. Nesse período, eu pude acompanhar quatro professores e seis turmas diferentes, como já citado, sendo que uma dessas turmas (a Turma 201), eu escolhi para realizar a regência, posteriormente.

Normalmente, durante o estágio, todas as 24 horas-aula devem ser observadas antes de iniciar o período de Regência. Contudo, o professor responsável pela Turma 201, que denominarei pelo pseudônimo *Épsilon*, solicitou que eu iniciasse minha regência assim que o próximo trimestre tivesse início, pois esse era o seu desejo. Portanto, em função dessa exigência do professor, consegui observar apenas vinte e uma (21) horas-aula antes de assumir a turma e vi-me na condição de começar a regência antes mesmo de concluir as observações, pois o trimestre estava prestes a iniciar. Assim, as últimas três horas-aula de observação, exigidas para completar um total de vinte e quatro (24) observações, foram feitas em meio ao meu período de regência na turma 201 (de 08/08/2015 a 20/10/2015).

Nesta seção, apresento os relatos de todas essas observações em ordem cronológica. Os professores observados são, como já citado, aqui apresentados com letras gregas para preservar suas identidades e também indico no título o número de períodos (número de horas-aula) de cada observação.

3.4.1 Observação – Aulas 1 e 2 (Professor Beta)

Data: 11/08/2015

Turma 301 (Terceiro Ano) – (10h40min – 12h10min) – 2 Períodos

Essa primeira aula observada foi realizada no laboratório do colégio, onde os alunos sentaram ao redor das bancadas em grupos que variavam de três a seis alunos em cada bancada. Eu, juntamente com meus colegas de observação da disciplina de Estágio de Docência, sentei no fundo da sala, pois não sobrou nenhuma bancada onde pudéssemos nos acomodar.

A turma estava composta por 27 alunos, sendo dezesseis meninas e onze meninos, que se acomodaram rapidamente no ambiente enquanto o professor os aguardava.

O professor começou a aula cerca de 10h50min, conversando de forma amigável e bem humorada com os alunos, chamando todos pelo nome e fazendo perguntas informais e descontraídas. Chamou-me a atenção que o professor *Beta* fazia uso de certos palavrões e tratava alguns alunos por apelidos. Contudo, os alunos não apreciam se importar com seu linguajar, ao contrário, interagem com o professor de forma participativa e com muito diálogo.

O assunto da aula era sobre associação de resistores e o professor começou a trabalhar o conteúdo perguntando aos alunos “Qual a diferença entre utilizar um circuito paralelo, onde a resistência equivalente é de 5 Ohms (Ω), e um circuito em série, com um único resistor de mesmo valor?”. Houve um burburinho no laboratório, porém nenhum aluno respondeu diretamente ao professor que tomou a atitude de instigar os alunos a participarem. O professor *Beta* perguntou individualmente e, ao que me pareceu, de forma aleatória a alguns alunos que iam opinando até que chegaram à resposta correta. Só assim, *Beta* explicou de forma mais detalhada a resposta para o desafio sugerido, explicitando que em um circuito com resistores associados em paralelo há uma divisão da corrente e que esse fenômeno pode ser útil em algumas aplicações.

A turma mantinha sempre um ruído, mas nada que atrapalhasse o andamento da aula. Se o barulho aumentava, o professor chamava a atenção com um assovio e logo os alunos se acalmavam.

O professor apresentou-nos para a turma no decorrer da aula, dizendo que éramos estagiários e que um de nós daria aulas para eles futuramente, o que causou certa euforia nos alunos, visto que eles ficaram curiosos para saber qual de nós daria aula para turma.

Após a o problema inicial, o professor *Beta* começou a trabalhar alguns exercícios sobre associação de resistores que já estavam escritos previamente no quadro. Pelo que entendi, o professor dava, nessa aula, continuidade aos exercícios, pois já havia trabalhado um deles anteriormente. Primeiro, *Beta* solicitou aos alunos que observassem o circuito desenhado no quadro e propusessem uma maneira de redesenhá-lo de forma a facilitar o cálculo da resistência equivalente. Uma aluna foi chamada para ir ao quadro e redesenhar o circuito. Ela aceitou participar, porém não conseguiu realizar corretamente a tarefa. O professor agradeceu sua participação, deu algumas dicas do que precisava ser feito e chamou outra aluna para ir ao quadro, mas ela errou também. O professor, não respondendo a questão, tentou debater com os alunos um pouco mais do que precisava ser feito. Então, solicitou que outro aluno fosse ao quadro, contudo, o mesmo também não teve sucesso. Por fim, mais um aluno se dispôs a tentar e, desta vez, acertou. O professor, inclusive, ao que me pareceu, não esperava uma resposta daquela forma e teve que observar por alguns instantes o que o aluno havia feito no quadro para dizer que a resposta estava correta. Logo após, *Beta* solicitou que o aluno que redesenhou o circuito explicasse seu raciocínio para os colegas e, com suas

palavras, o aluno explicou. O professor resolveu o restante do exercício, sempre solicitando a participação dos alunos e tentando sanar as dúvidas que iam surgindo.

A aula então chegou ao seu fim e os alunos se retiraram do recinto.

No geral, a aula não pareceu ser muito produtiva, pois, em dois períodos, apenas um exercício foi resolvido. Contudo, os alunos pareceram assimilar bem o conteúdo, de forma muito participativa e questionadora.

3.4.2 Observação – Aula 3 (Professor Beta)

Data: 12/08/2015

Turma 102 (Primeiro Ano) – (8h – 8h45min) – 1 Período

Essa aula também foi realizada no laboratório e os alunos sentaram-se em pequenos grupos, de três a cinco alunos, ao redor das bancadas. Sentei-me no fundo da sala em uma das bancadas desocupadas juntamente com meus colegas para observar a aula.

Estavam presentes 31 alunos, sendo treze meninas e dezoito meninos.

O professor começou a aula pontualmente, primeiro, realizando a chamada e, logo após, dialogando de forma descontraída com os alunos, fazendo piadas e pronunciando certos palavrões, o que me pareceu ser uma característica sua. Após a conversa inicial, o professor *Beta* começou a falar sobre a próxima avaliação, que seria realizada na próxima semana, expondo aos alunos que, como não estavam realizando as tarefas em sala de aula, não teriam condições de realizar a prova e cobrando um maior empenho da turma durante as aulas. Os alunos pareciam agitados nesse dia e conversavam muito, fazendo *Beta* chamar a atenção de alguns alunos de forma mais energética ou, às vezes, ficar em silêncio até que a turma percebesse que o barulho estava atrapalhando o andamento da aula. Contudo, aos poucos, os alunos foram se acomodando e a aula teve um bom andamento.

Dadas essas recomendações iniciais, o professor, usando um projetor multimídia, começou a resolução de um exercício de Termodinâmica, o qual, pelo que entendi, não havia terminado de resolver na aula anterior. *Beta* deu uma breve explicação aos alunos sobre: variação de volume, compressão e expansão e a relação desta variação com o trabalho realizado ou sofrido pelo sistema. *Beta* apresentou um gráfico de pressão versus temperatura para uma transformação gasosa, no qual, dialogando com os alunos, mostrou que a equação dada anteriormente para cálculo do

trabalho ($T = p\Delta V$) não poderia ser aplicada nesta transformação, pois a pressão não era constante. O professor então explicou aos alunos como o valor numérico do trabalho poderia ser encontrado a partir da área abaixo da curva do gráfico. Neste momento, *Beta* explicou que, para os gráficos trabalhados em aula, seria fácil calcular a área, mas que, para gráficos com curvas diferentes, os alunos precisariam de uma matemática mais avançada. Um aluno então perguntou por que não aprendiam essa matemática “dita avançada” pelo professor e *Beta* respondeu dizendo que eles não sabiam ainda nem operações básicas como soma, colocando algumas operações com frações no quadro, às quais os alunos tiveram dificuldades em responder.

Pessoalmente, achei desnecessária a fala do professor parecendo minimizar a capacidade matemática dos alunos. Creio que tal atitude poderia desestimular os estudantes e fazê-los sentirem-se incapazes de aprender alguns assuntos.

Depois do fato relatado, *Beta* resolveu no quadro o exercício, explicando passo a passo a resolução. Alguns alunos apresentaram dificuldades para entender, relatando suas dúvidas, as quais o professor respondia de prontidão. Contudo, logo após explicar uma dúvida de uma aluna, outro aluno perguntou exatamente a mesma coisa que ele acabara de explicar, deixando *Beta* visivelmente irritado a ponto de alterar o tom de voz ao se dirigir a tal aluno dizendo: *Você não está prestando atenção? – Não pode continuar assim!*

O professor terminou a aula conseguindo resolver apenas um item do exercício, o que pareceu não o ter deixado satisfeito. Os alunos pareciam visivelmente não muito interessados na aula, participando pouco e mantendo conversas paralelas ao longo de todo o período.

3.4.3 Observação – Aulas 4 e 5 (Professor Delta)

Data: 12/08/2015

Turma 101 (Primeiro Ano) – (8h45min – 10h15min) – 2 Períodos

Essa aula aconteceu logo após a aula com a turma anterior, no mesmo local, o laboratório. O professor *Delta*, que já foi meu colega de graduação e que cumpre formação continuada no Colégio de Aplicação, nos recebeu muito bem, conversando durante alguns minutos conosco antes de iniciar sua aula.

A turma estava composta por 28 alunos, onze meninas e dezessete meninos, que se organizaram em grupos ao redor das bancadas, como na aula anterior. O professor

Delta passou uma lista de chamada para os alunos e, em seguida, nos apresentou para a turma explicando o que estávamos fazendo ali.

O Professor começou sua aula solicitando que os alunos que ainda não haviam entregado um trabalho, entregassem logo, pois o prazo já havia expirado, mas advertiu que ele aceitaria da mesma forma. A turma estava muito barulhenta, algumas vezes eu mal podia escutar o que o professor estava falando. Alguns alunos estavam virados de costas para o professor *Delta*, conversando em um tom muito alto, visivelmente atrapalhando o andamento da aula. Ele chamava a atenção de alguns alunos individualmente, mas não parecia surtir efeito, pois o barulho continuava intenso.

A aula seguiu com o professor ditando um exercício de revisão sobre transformações térmicas aplicadas a uma seringa. Com muito barulho na sala, ele obrigou-se a repetir várias vezes algumas frases, pois alguns alunos não conseguiam ouvir. Após ditar o exercício, deu algum tempo para que os alunos resolvessem o problema, mas muitos alunos não pareciam nem tentar resolver. Continuando conversando, ou de costas para o professor.

Alguns alunos dirigiram-se até a mesa onde estávamos sentados, eu e outros estagiários, e solicitaram nosso auxílio e, é claro, nós os atendemos.

Depois de algum tempo, o professor resolveu o exercício no quadro, com a participação de poucos alunos. A maioria parecia não se importar com a aula, ou com a presença do professor.

A aula seguiu na mesma dinâmica até o seu término. Prof. *Delta* ditou mais dois exercícios, deu algum tempo para que os alunos resolvessem, mesmo que uma boa parte da turma parecesse não estar trabalhando. Algumas vezes o professor chamou a atenção de alguns alunos, mas nada que surtisse efeito no intenso barulho que se mantinha na sala e assim a aula chegou ao fim.

Pareceu-me que o professor não conseguiu organizar a turma, pois não conseguiu impor seu próprio ritmo, deixando a conversa e a displicência dos alunos chegarem a um ponto que ele mesmo não conseguia mais ser ouvido. Os alunos de primeiro ano, muito jovens, tendo aula com um professor também jovem e inexperiente podem ter agravado a situação, tornando a aula pouco produtiva.

3.4.4 Observação – Aula 6 (Professor Beta)

Data: 17/08/2015

Turma 102 (Primeiro Ano) – (8h – 8h45min) – 1 Período

Essa aula também foi realizada no laboratório, e os alunos, como de costume, organizaram-se em pequenos grupos em volta das bancadas. Eu e meus colegas da disciplina de Estágio em Docência ficamos observando a aula no fundo da sala.

No total, estiveram presentes nessa aula 26 alunos, sendo doze meninas e quatorze meninos.

O professor começou a aula pontualmente, fazendo a chamada e pedindo silêncio aos alunos, que estavam bastante agitados, inicialmente. Durante a chamada, alguns alunos chegaram atrasados e então o professor pediu a um aluno em específico que fosse buscar “o papel” que creio, fosse uma espécie de justificativa. Também, durante a chamada, o Prof. *Beta*, inusitadamente, chamou a atenção de um aluno que conversava dizendo: *coloca um rolha na boca, tchê! Tu não ‘fica’ quieto nunca!*

Após a chamada, com os alunos mais silenciosos, foi solicitado pelo professor que se organizassem em duplas, da maneira e com o colega que desejassem, com exceção de uma dupla, formada pelo professor com dois alunos que haviam “sobrado”. Às duplas, o professor pediu que abrissem o livro didático (GASPAR, A. *Compreendendo a Física*, vol. 3, 1 ed. São Paulo: Ática, 2012) e resolvessem quatro exercícios escolhidos por ele para entregarem.

Os alunos começaram a trabalhar, debatendo as questões, fazendo algum ruído, mas nada que atrapalhasse o andamento da aula.

Duas alunas chegaram atrasadas e formaram uma nova dupla.

O professor, sempre que solicitado, foi às bancadas e auxiliou os alunos em suas dúvidas.

Entre alguns alunos surgiu a dúvida sobre “o que era um êmbolo” e, um aluno que sabia a resposta, respondeu aos colegas, dizendo que se tratava de algo similar com a parte móvel de uma seringa. Não percebendo a discussão sobre a dúvida, logo em seguida, outra aluna perguntou sobre o êmbolo novamente, o mesmo aluno forneceu a mesma resposta.

Em certo momento, o professor *Beta* dirigiu-se ao quadro, não sei se para responder alguma dúvida, ou por iniciativa própria, e explicou conceitos sobre trabalho

e calor. Por exemplo: quando um corpo recebe ou cede calor e quando o trabalho é realizado pelo sistema ou sobre o sistema. Foi uma explicação muito didática no meu entendimento.

A aula seguiu na mesma dinâmica até o término. A maioria dos alunos pareceu trabalhar, porém não posso afirmar se compreenderam o conteúdo, pois a aula não teve muitos questionamentos. O professor teve pouca participação, ficando em sua mesa a maioria do tempo. Contudo, ressalto que, sempre que solicitado, atendia os alunos de prontidão.

3.4.5 Observação – Aulas 7 e 8 (Professor Épsilon)

Data: 17/08/2015

Turma 201 (Segundo Ano) – (8h45min – 10h15min) – 2 Períodos

A aula começou pontualmente às 8h45min, com a entrada do professor na sala. Eu e um colega da disciplina de Estágio em Docência nos acomodamos no centro da sala, onde algumas classes estavam sobrando.

Nesse dia, estavam presentes 27 alunos, dos quais dezoito eram meninas e doze eram meninos.

A turma conversava bastante no início da aula, mas logo a conversa ficou quase imperceptível quando o professor, após desejar um bom dia a todos, solicitou que fosse feito silêncio para que alguns avisos pudessem ser dados. Dentre os avisos, o professor relatou que os alunos poderiam fazer uma avaliação das suas aulas antes do conselho de classe e que, naquela aula, fariam uma autoavaliação e continuariam com as avaliações orais individuais.

Alguns alunos, ao transitarem pela sala, pararam para nos cumprimentar dando-nos um aperto de mão. Vendo esta cena, o professor nos elogiou bastante em frente à turma, dizendo que um de nós dois assumiria as aulas futuramente e que era bom que a turma fosse nos conhecendo.

Ao falar a nosso respeito, a turma agitou-se um pouco e o Prof. *Épsilon* teve que pedir silêncio novamente.

A aula seguiu com o professor distribuindo um questionário de autoavaliação para que os alunos respondessem individualmente. Ao mesmo tempo, *Épsilon* chamou individualmente alguns alunos em sua mesa para que participassem da avaliação oral. Segundo o próprio professor, a avaliação é feita da seguinte forma: o professor

apresenta ao aluno chamado um tema específico, com alguns tópicos vistos em aula e, em seguida, solicita que o aluno responda a algumas questões.

As avaliações duravam em média de dez a quinze minutos e a aula estendeu-se até o fim da mesma forma. Os alunos que já haviam terminado a avaliação oral e a autoavaliação ficavam sem fazer nada, apenas conversando. Quando a conversa aumentava muito, o professor pedia silêncio e continuava o que estava fazendo.

Essa foi uma aula bem atípica comparada com as que assisti anteriormente e, pelo fato do professor conversar individualmente com os alunos, não tenho como saber se a avaliação foi proveitosa ou não. De qualquer modo foi possível verificar que o Prof. *Épsilon* tinha a preocupação de fazer uma avaliação diversificada, não centrada unicamente na prova.

3.4.6 Observação – Aulas 9 e 10 (Professor Rho)

Data: 17/08/2015

Turma 203 (Segundo Ano) – (10h40min – 12h10min) – 2 Períodos

Essa aula foi realizada logo após o intervalo no laboratório do colégio. Eu e meus colegas de Estágio em Docência nos sentamos no fundo da sala, em uma bancada que estava desocupada.

No laboratório estavam presentes 28 alunos, dezoito meninas e dez meninos.

O professor começou a aula mostrando que havia levado nitrogênio líquido para fazer algumas atividades, o que deixou os alunos agitados e, ao mesmo tempo, empolgados com o que fariam com tal produto.

Primeiramente, o Prof. *Rho* começou falando sobre temperatura de fusão e ebulição, explicando porque saía tanta fumaça do reservatório (caixa de isopor) onde estava o nitrogênio. Logo após, começou uma demonstração, onde colocou água dentro de um preservativo masculino e, então, colocou o ‘balão’ como foi chamado por ele, submerso no nitrogênio líquido, retirando instantes depois, e mostrando que a água havia congelado.

Os alunos adoraram a demonstração e pareciam muito curiosos. Porém, essa empolgação se transformava em muito barulho, atrapalhando o andamento da aula e fazendo o Prof. *Rho* pedir silêncio inúmeras vezes.

A aula seguiu com o professor explicando, em minha opinião, de forma um tanto confusa, no sentido de não se expressar claramente sobre como a água havia congelado.

O professor fez então uma segunda demonstração, congelando uma maçã e quebrando-a logo após, o que chamou a atenção dos alunos.

Não explicando nada sobre a demonstração com a maçã, Prof. *Rho* começou a falar da importância das baixas temperaturas, como na preservação de óvulos e espermatozoides nos laboratórios genéticos. Uma aluna, mudando o assunto, perguntou: *se ingerir 'isso' o que acontece?* O professor então respondeu: *pode ocorrer um tipo de queimadura. Eu não aconselho!*

Continuando com a explicação sobre aplicações de temperaturas muito baixas, o professor começou a falar sobre vários assuntos ao mesmo tempo, deixando a aula um tanto confusa. Primeiro, começou falando de aceleradores de partículas; depois, sem parecer haver muita conexão, falou sobre semicondutores e supercondutores (dizendo que se tratavam da mesma coisa). Um aluno pediu um exemplo de material supercondutor e o professor afirmou não saber.

De forma brusca, Prof. *Rho* mudou de assunto e começou a falar de termômetros e escalas termométricas, quando sua aula foi interrompida por um grupo de alunos que queriam dar um aviso. Logo após o aviso, o professor continuou falando: primeiro sobre o gelo na Antártida e porque a água no fundo não congela, depois falou sobre condutores e isolantes e depois voltou a falar sobre termômetros e escalas.

A aula estava muito confusa, os alunos estavam muito dispersos, até participaram bastante no início, porém com tanta informação dispersa, passaram a não prestar mais atenção no professor.

Ainda falando sobre termômetros e escalas, o professor foi ao quadro e fez um exercício utilizando como exemplo a temperatura de ebulição do nitrogênio líquido, mas poucos alunos prestaram a atenção. Depois de resolver o exercício, ainda falou sobre conversão entre escalas termométricas, mas nesse momento os alunos pareciam estar mais com vontade de ir embora do que de participar da aula.

Chegando próximo do horário de término da aula, o professor *Rho* perguntou se os alunos haviam entendido tudo e, a princípio, ninguém se manifestou. Depois, dois alunos fizeram uma pergunta que *Rho* respondeu rapidamente e então liberou a turma.

Creio que a aula não foi bem planejada, pois, ao que me pareceu, o professor não tinha muita ideia do que falar, relacionando assuntos de forma arbitrária e, em alguns casos, cometendo equívocos conceituais. Talvez o fato de ser um professor inexperiente (em formação continuada no colégio) pudesse ter prejudicado um pouco seu desempenho em sala de aula. Quanto aos alunos, pareceram ter se perdido no conteúdo,

assim como eu, no decorrer da aula. Houve muita conversa e pouca participação na metade final da aula. Saí com a impressão de que, apesar da tentativa do professor de fazer uma aula diferenciada, os alunos não conseguiram compreender a matéria e mais serviu para confundir do que para esclarecer os conceitos físicos.

3.4.7 *Observação e monitoria – Aula 11 (Professor Delta)*

Data: 19/08/2015

Turma 102 (Primeiro o Ano) – (8h – 8h45min) – 1 Período

Normalmente, essa aula deveria ser dada pelo professor *Beta*, contudo, ele não pode comparecer e o professor *Delta* teve a tarefa de substituí-lo.

A aula foi realizada no laboratório, como era de costume de ambos os professores, *Beta* e *Delta*. Estavam presentes 23 alunos, sendo sete meninas e dezesseis meninos, segundo a minha contagem final. Um bom número de alunos chegaram atrasados devido ao protesto de alguns servidores da UFRGS que trancara a entrada do Campus do Vale, culminando em uma lentidão do trânsito nas imediações do Campus.

O professor solicitou que os alunos se organizassem em duplas para realizarem uma lista de exercícios sobre transformações gasosas. A pedido do professor, eu e meus colegas da disciplina de Estágio auxiliamos os alunos em suas dúvidas. Inicialmente, fomos passando pelas mesas onde os alunos se acomodaram, oferecendo-lhes ajudar e perguntando suas dúvidas. Não obstante, com o passar da aula, os alunos habituaram-se à nossa presença e começaram a nos solicitar com frequência.

A turma manteve-se bem comportada e a maioria dos alunos estava empenhada na resolução dos problemas, talvez porque, segundo o professor, eles deveriam entregar a resolução para ser avaliada.

Os alunos apresentaram dificuldades em vários aspectos. Alguns não tinham uma base conceitual para interpretar os problemas, outros não conseguiam interpretar o que as questões pediam e, a maioria, tinha dificuldades para resolver operações matemáticas básicas.

Observei que a maioria dos alunos que solicitou a minha ajuda não estava interessada em entender o conteúdo, mas sim em obter a resposta do problema. Muitas vezes, ao solucionar algum exercício em uma folha minha, os alunos pediram para simplesmente copiar a resolução, o que me deixou um pouco frustrado.

Se levamos em conta a quantidade de exercícios resolvidos, a aula foi proveitosa, porém, se analisarmos o interesse dos alunos, vemos que, apesar do nosso empenho, muitos alunos talvez tenham saído da aula com o mesmo conhecimento que entraram, pois visivelmente não estavam interessados em aprender.

3.4.8 Observação e monitoria – Aulas 12 e 13 (Professor Delta)

Data: 19/08/2015

Turma 101 (Primeiro Ano) – (8h45min – 10h15min) – 2 Períodos

Essa aula, assim como a aula onze, foi realizada no laboratório. O professor Delta, que havia substituído o professor Beta no primeiro período, manteve-se no laboratório esperando pelos alunos, agora da sua turma, a cento e um (101).

Compareceram dezessete alunos, sendo sete meninas e dez meninos, que tinham como tarefa a mesma lista de exercícios que fora dada anteriormente para a turma 102.

Novamente o professor solicitou que se formassem duplas e então distribuiu a lista de exercícios. Eu e meus colegas de estágio, como na aula anterior, auxiliamos os alunos com suas dúvidas, inicialmente oferecendo auxílio de mesa em mesa e, com o passar da aula, atendendo a chamados dos alunos.

Essa turma pareceu um pouco mais agitada que a anterior, mas nada que atrapalhasse o andamento da aula.

As dificuldades dos alunos, basicamente, eram as mesmas apresentadas pelos alunos da turma anterior: dúvidas conceituais, problemas de interpretação e principalmente dificuldade com as operações matemáticas. Chamou-me a atenção, em especial, quando uma aluna confundiu o sinal de multiplicação em uma notação científica, com uma incógnita x . Nesse instante, confesso que fiquei um pouco assustado com tal fato, principalmente porque, provavelmente, durante todo esse primeiro ano, a aluna manteve a mesma dúvida sem que alguém a explicasse.

Por fim, chego à mesma conclusão da aula anterior, o aproveitamento, em termos de resolução foi bom, porém foi visível que os alunos queriam apenas entregar a resolução, não se preocupando em aprender o conteúdo.

3.4.9 *Observação – Aulas 14 e 15 (Professor Épsilon)*

Data: 24/08/2015

Turma 202 (Segundo Ano) – (8h45min – 10h15min) – 2 Períodos

Nesse dia, o professor chegou cerca de cinco minutos atrasado na sala de aula. Primeiramente, deu bom dia para os alunos que, em grande parte não deve ter ouvido, pois o barulho era intenso. O professor pediu, de forma mais enérgica, que os alunos fizessem silêncio e o barulho diminuiu consideravelmente e, assim, ele começou a conversar com os alunos sobre a dinâmica da aula.

Na sala, estavam presentes 28 alunos, sendo dezoito meninas e dez meninos.

O professor explicou que, na aula desse dia, continuaria com as avaliações orais. Portanto, chamaria os alunos que ainda não haviam realizado o processo avaliativo, um a um, para irem até sua mesa e avisou que os alunos que já haviam realizado a avaliação poderiam estudar outro conteúdo ou, até mesmo, outra disciplina se assim desejassem.

O Prof. Épsilon começou a avaliação chamando um aluno até sua mesa e fazendo algumas perguntas que eu não consegui ouvir. Apenas observei que tanto o professor quanto o aluno gesticulavam bastante. Cerca de cinco minutos depois, o professor chamou uma aluna e repetiu o que me pareceu ser o mesmo procedimento.

A aula resumiu-se ao professor chamar os alunos até sua mesa para a avaliação individual durante todos os dois períodos. Algumas vezes, a conversa aumentava e o professor pedia silêncio, mas em resumo não aconteceu mais nada durante a aula.

No fim da aula, o professor relatou que a maioria dos alunos havia se saído bem, mas que alguns ainda precisavam melhorar. Épsilon também falou que aprender era um direito de todos e que os alunos deveriam se empenhar mais e lutar pelo conhecimento.

No geral, não há como fazer uma avaliação da aula, pois não pude observar em detalhes as avaliações que ocuparam a maior parte do tempo, embora seja importante destacar que esse processo se distanciava das avaliações tradicionais, centradas apenas na prova escrita.

3.4.10 Observação – Aulas 16 e 17 (Professor Rho)

Data: 24/08/2015

Turma 203 (Segundo Ano) – (10h40min – 12h10min) – 2 Períodos

Aula foi realizada após o intervalo, no laboratório do colégio. Estavam presentes 27 alunos, sendo dezoito meninas e nove meninos.

O professor começou a aula falando sobre condutores e semicondutores, retomando o que havia apresentado em sua última aula (*ver observações 8 e 9*). Nessa aula, *Rho*, ao que me pareceu, pesquisou sobre o conteúdo e explicou de forma correta a diferença entre condutores e semicondutores, porém não informou aos alunos que havia se equivocado quando explicara na aula anterior.

Depois desse momento inicial, o professor deu sequência na aula falando sobre calor e usando como exemplo a situação em que dois corpos com temperaturas diferentes são colocados em contato. Os alunos, em sua maioria, conversavam muito. Algumas vezes eu mal podia escutar o professor. Alguns alunos, tentando prestar atenção, esbravejavam com os colegas que conversavam pedindo silêncio. O professor por sua vez, parecia não se importar e seguia com a aula.

Mesmo com intenso barulho, *Rho*, que aparentemente não se importava, continuou fazendo exemplos no quadro, do tipo: *se um corpo perde trinta calorias, quanto o outro corpo recebe?* A maioria dos alunos não respondia e os que participavam, demonstravam não estar compreendendo. O professor explicou diversas vezes, mas ele mesmo parecia não estar confiante nas suas exposições, o que acarretava cada vez mais em desinteresse dos alunos.

De maneira muito confusa, o professor prosseguiu a aula tentando explicar a diferença entre “capacidade térmica” e “calor específico”. Admito que eu não consegui acompanhar a sua linha de raciocínio e sequer consigo descrever como ele explicou esses dois conceitos. Os poucos alunos que, até então, pareciam acompanhar a aula, não se manifestaram com dúvidas.

Na sequência, o professor continuou com alguns exemplos, como o porquê de alguns alimentos demorarem mais para esfriar e uma breve explicação sobre como a areia e a água do mar aquecem mais rápido e mais devagar, respectivamente. Pelo que percebi, nenhum aluno se manifestou com dúvidas ou perguntas e assim o professor encerrou a aula às 11h55min.

Assim como em aulas anteriores, o professor *Rho* teve dificuldades para controlar a turma e com os aspectos didáticos. Creio que o intenso barulho também tenha atrapalhado o desempenho do professor assim como deve ter prejudicado os alunos que inicialmente aparentavam estar dispostos a aprender.

Cabe destacar que “capacidade térmica” e “calor específico” são conhecimentos muito sutis, mas que a compreensão conceitual dessas diferenças auxilia muito na aprendizagem da Termodinâmica, o que pareceu muito prejudicado nessa aula.

3.4.11 Observação – Aulas 18 e 19 (Professor Épsilon)

Data: 25/08/2015

Turma 201 (Segundo Ano) – (8h – 9h30min) – 2 Períodos

O professor chegou pontualmente na sala de aula onde eu já o aguardava. Estavam presentes na sala 29 alunos, sendo vinte meninas e nove meninos.

Inicialmente, *Épsilon* pediu silêncio enquanto conversava com os alunos, aparentemente tentando acalmar a turma, depois relatou aos alunos que estava muito chateado, pois o horário havia mudado e só teria um período de aula com a turma.

Nessa aula, *Épsilon* continuou com as avaliações que havia começado na aula anterior. Disse aos alunos que, enquanto chamava os que ainda não tinham participado da atividade avaliativa, os demais poderiam estudar outras coisas, ou realizar tarefas de outras disciplinas e que, se tivessem alguma dúvida, poderiam solicitar a minha ajuda, eu era o único estagiário em sala de aula.

A aula foi interrompida por um funcionário do colégio que deu a notícia que a aula passaria de um para dois períodos, deixando o professor visivelmente satisfeito ao relatar que, assim, poderia conduzir as avaliações com mais calma.

Por parte do professor, a aula seguiu a mesma sequência de outras aulas nas quais ele realizou as avaliações orais. Um aluno era chamado, ia até a mesa do professor, ficava entre cinco e dez minutos conversando e respondendo algumas perguntas e depois dava lugar para outro aluno. Por vezes, a turma começava a fazer muito barulho e o professor chamava a atenção.

Durante toda a aula alguns alunos foram até o local onde eu estava sentado e pediram-me ajuda em exercícios de matemática, aos quais, é claro, eu ajudei.

A aula chegou ao fim com o professor ainda realizando as avaliações.

Assim como em outras aulas onde o professor *Épsilon* realizou atividade de avaliação individual, não há como saber se a aula foi proveitosa. De qualquer forma ressalto a preocupação do professor em buscar formas diferentes de avaliar os alunos.

3.4.12 Observação – Aulas 20 e 21 (Professor Delta)

Data: 26/08/2015

Turma 101 (Primeiro Ano) – (8h – 9h30min) – 2 Períodos

Nesse dia o professor realizou uma avaliação individual em formato de prova com os alunos. Como cheguei bem cedo, antes da prova, uma aluna me perguntou como se calculava a variação de volume e eu respondi o mais breve possível, pois o horário da aula já iria começar.

Depois de organizar os alunos em suas classes, o professor solicitou que eles mantivessem em suas mesas apenas lápis, borracha e caneta. A pedido do professor *Delta*, auxiliei na entrega das provas e observei que enquanto as mesmas eram distribuídas, alguns alunos iam chegando atrasados.

Com as provas entregues a todos os alunos até então presentes, *Delta* orientou que utilizassem o verso da prova para realizar os cálculos e também corrigiu dois pequenos erros de digitação nas questões dois e três. Os alunos, agitados, faziam muito barulho e conversavam, fazendo o professor aumentar o tom da voz em pedido de silêncio.

Enquanto os alunos realizavam a avaliação, o professor andava pela sala de aula e, nesse momento, o silêncio predominava. Um aluno chegou quinze minutos atrasado e sem fazer muito barulho se acomodou e recebeu a prova. Durante a avaliação escrita alguns alunos chamavam o professor para relatar dúvidas. *Delta* atendeu a todas as solicitações, mas não consegui ouvir de que forma ele ajudava os alunos.

Durante a prova mais dois alunos chegaram atrasados, mas assim como o primeiro, acomodaram-se sem atrapalhar o andamento da avaliação. Em certo ponto, o professor percebeu que uma aluna estava usando calculadora – o que não era permitido – e solicitou que ela guardasse, caso contrário, sua prova seria recolhida. Nesse instante um aluno relatou que havia terminado a prova e perguntou se poderia sair. O professor solicitou que ele aguardasse um pouco mais e revisasse suas respostas.

Depois de mais alguns alunos relatarem ter acabado a prova, *Delta* permitiu que, conforme iam terminando, os alunos saíssem da aula (uns cinco alunos saíram nesse instante).

A sala foi esvaziando gradativamente. Dos 31 alunos que estavam fazendo a avaliação inicialmente, apenas quinze estavam presentes às 9h. Uma aluna que já havia entregado a avaliação voltou para a sala para buscar um pertence que havia esquecido, fazendo muito barulho e atrapalhando os colegas. O professor teve que ser mais enérgico solicitando que ela saísse da sala rapidamente.

Por fim, restaram seis alunos no término do horário de aula e, às 9h31min o professor recolheu todas as avaliações.

3.4.13 Observação – Aula 22 (Professor Beta)

Data: 19/10/2015

Turma 102 (Primeiro Ano) – (9h30min – 10h15min) – 1 Período

Essa aula foi realizada no laboratório de Física. Os alunos sentaram-se ao redor das bancadas, formando pequenos grupos. Para realizar minhas observações, acomodei-me no fundo da sala.

Estava presente, nesse dia, um total de 29 alunos, sendo dez meninas e dezenove meninos.

O professor aguardou todos os alunos se acomodarem e ficou em silêncio, esperando que a turma parasse de conversar. Quando os alunos fizeram silêncio, por volta das 9h35min, *Beta* deu início na realização da chamada interagindo com os alunos como de costume. Depois de realizar a chamada, o professor ficou por um longo período em silêncio, usando seu computador e os alunos também mantiveram silêncio.

Por volta das 9h50min, o professor dirigiu-se aos alunos perguntando se estavam estudando para a prova. A maioria dos alunos respondeu positivamente. *Beta* foi ao quadro e esboçou os eixos dos seguintes gráficos: posição em função do tempo, velocidade em função do tempo e aceleração em função do tempo, tanto para Movimento Retilíneo Uniforme, como para Movimento Retilíneo Uniformemente Variado, que ele representou por MRU e MRUV, respectivamente. Um aluno então perguntou: *professor, o que quer dizer MRU?* A pergunta pareceu irritar o professor, que chamou a atenção dos alunos dizendo que os mesmos não haviam estudado em

casa, pois se não se lembravam da sigla era porque não haviam aprendido. Alguns alunos responderam à dúvida do colega e o professor deu sequência na aula.

Beta perguntou aos alunos o que significava dizer que um objeto estava em movimento. Muitos alunos respondem ao mesmo tempo, mas um aluno em particular chamou a atenção do professor. Não escutei a resposta desse aluno. Contudo, creio que envolveu os conceitos de distância e posição, pois o professor interrompeu o que estava falando para discutir com os demais alunos estes conceitos. *Beta* utilizou o seu cartão da universidade, que estava fixado por um pequeno cordão, para demonstrar um movimento circular, segurando o cordão e girando o cartão. Assim, ele conseguiu que os alunos compreendessem a diferença entre posição e distância, mostrando que, ao girar, o cartão, mudava sua posição, mas sua distância em relação à mão do professor continuava a mesma. Particularmente, achei genial essa abordagem.

Assim que terminou esta explicação, o professor dirigiu-se a um aluno que conversava muito e disse: *fulano, ou tu te senta aqui na frente, ou sai da sala*. O aluno levantou-se e saiu da sala sem dizer nenhuma palavra.

Quando o professor se dirigia ao quadro para explicar os gráficos, uma senhora, creio que fosse uma professora, pediu para entrar na sala e dar um recado. O professor permitiu. Os avisos eram a respeito de um núcleo de avaliação e também sobre a campanha da escola para arrecadar mantimentos para os desabrigados em função das enchentes que ocorriam em Porto Alegre. A professora conversou muito com os alunos, tomando os últimos vinte minutos da aula, que chegou ao fim sem o professor conseguir terminar a sua explicação sobre os gráficos.

3.4.14 Observação – Aulas 23 e 24 (Professor Rho)

Data: 19/10/2015

Turma 203 (Segundo Ano) – (10h40min – 12h10min) – 2 Períodos

O professor iniciou a aula pontualmente distribuindo para os alunos um questionário, que, segundo ele, tratava-se de uma pesquisa a respeito da opinião dos alunos sobre suas aulas. Na sala de aula estavam presentes 24 alunos, sendo quatorze meninas e dez meninos.

Enquanto *Rho* dava explicações sobre o questionário, muitos alunos conversavam e pouco dava para ouvir de sua fala. Uma aluna começou a gritar pedindo

silêncio e parece que a turma acalmou-se um pouco. *Rho* disse que iria buscar algo no laboratório e, enquanto isso, os alunos poderiam ir respondendo ao questionário.

O professor demorou-se cerca de cinco minutos fora da sala e, durante esse tempo, a turma manteve constante conversa, só que menos intensa do que no início da aula. Ao retornar trazendo uma caixa, o professor acendeu uma vela sobre sua mesa e depois a apagou falando algo com os alunos que estavam sentados à frente, porém eu não consegui escutar.

Dirigindo-se ao quadro e escrevendo “Revisão”, o professor disse aos alunos que iria debater temas que geraram grande discussão durante o ano, mas na sequência começou a falar sobre a estrutura da prova do ENEM, o que gerou uma grande participação dos alunos, principalmente reclamando das questões e do tempo de prova. Novamente o barulho ficou demasiado intenso na sala e a mesma aluna que gritara, voltou a pedir silêncio. O professor pareceu não se importar e continuou sua fala fazendo uma comparação entre a prova do ENEM e a do vestibular da UFRGS, comentando que o ENEM, segundo ele, tem um enfoque muito mais conceitual que a prova da UFRGS, além de abordar com frequência assuntos cotidianos e comentou que alguns desses assuntos ele iria trabalhar naquela aula.

O primeiro assunto abordado foi sobre o fenômeno “El Niño”. O professor falou sobre o aquecimento das águas e sua contribuição para as chuvas intensas que estavam assolando o Estado do Rio Grande do Sul. Na sequência, *Rho* citou o Ano Internacional da Luz antes de falar com os alunos sobre relatividade. O professor deu uma breve explicação sobre a distorção do espaço-tempo citando como exemplo o filme *Interstellar*⁵. *Rho* afirmou aos alunos que a Teoria da Relatividade Geral havia sido corroborada através de observações de um eclipse, realizadas na cidade de Sobral, no Ceará, em 1919.

Dando continuidade, o professor falou sobre energia renovável, o Protocolo de Kyoto e inversão térmica, mas não consegui escutar sua explicação, pois duas alunas conversavam muito ao meu lado. Em determinado momento da explicação, o professor mostrou pedras de gelo em um recipiente de isopor e um pouco de água em uma cuba, falando em isolantes térmicos, mas também não consegui escutar muito bem sua fala.

No fim da aula, o último assunto do dia foi radiações. O professor relatou aos alunos que a energia de “uma radiação” dependia da frequência, logo a radiação Beta

⁵ Filme anglo-americano de Ficção Científica. Mais informações em: <<http://www.interstellarmovie.net>>. Acesso em: 21 out. 2015.

era a “mais forte”, segundo ele. *Rho* ainda deu uma boa explicação sobre a incidência de radiação solar na Terra e sobre as estações do ano, mas a maioria dos alunos não prestava a atenção e assim a aula chegou ao fim.

Notei que o professor procurou diversificar sua aula e chamar a atenção para assuntos atuais, assim como em outras aulas que observei, porém sua dificuldade em controlar a conversa intensa da turma acabou prejudicando o andamento da aula.

4 PLANOS DE AULA E RELATOS DE REGÊNCIA

Neste Capítulo apresento os Planos de Aula e os relatos de todas as aulas ministradas no período de minha Regência, que totalizaram 14 (quatorze) horas-aula. A estrutura tem o seguinte delineamento: cada plano de aula é seguido do respectivo relato que busca descrever os aspectos mais importantes de cada encontro.

No quadro a seguir é apresentado um cronograma do período de regência.

Aulas	Data	Conteúdo(s) trabalhado(s)	Estratégias de ensino
1 e 2	08/09/2015	Evolução histórica do conceito de luz	Construir linha de tempo sobre a evolução do conceito de Luz; Promover um debate epistemológico a partir da visão de Thomas Kuhn.
3 e 4	15/09/2015	Caráter ondulatório da Luz. Cores. Propagação da Luz.	Trabalhar características ondulatórias através de atividades experimentais; Diferenciar sistemas de cores com o auxílio de filtros e simulações; Expor de forma breve alguns conceitos sobre os princípios de propagação da Luz.
5 e 6	22/09/2015	Propagação da Luz. Reflexão. Espelhos Planos.	Utilizar câmara escura para exemplificar alguns princípios de propagação da Luz; Abordar a reflexão através de um caráter quântico; Demonstrar experimentalmente as leis de reflexão; Expor alguns fenômenos envolvendo espelhos planos.
7 e 8	29/09/2015	Cores. Propagação da Luz. Reflexão. Espelhos Planos. Refração.	Promover testes conceituais através da metodologia <i>Peer Instruction</i> sobre tópicos estudados nas aulas anteriores; Realizar atividade experimental utilizando vidro e glicerina; Trabalhar conceitos envolvendo o fenômeno da Refração; Abordar de forma experimental o fenômeno de reflexão interna total.
9 e 10	06/10/2015	Dispersão e espalhamento da Luz.	Explicar dispersão cromática com auxílio de um prisma; Abordar as características e a formação de Halos e Arco-íris; Explicar e debater com os alunos o conceito de espalhamento da Luz e sua relação com alguns fenômenos.

11 e 12	13/10/2015	Refração. Espalhamento da Luz. Efeito Fotoelétrico.	Promover testes conceituais através da metodologia <i>Peer Instruction</i> sobre refração e espalhamento da Luz; Contextualizar a importância histórica do efeito Fotoelétrico; Utilizar vídeos e simulações como forma de explicar os fenômenos envolvidos no efeito Fotoelétrico; Promover um debate epistemológico acerca do tema da aula.
13 e 14	20/10/2015	Avaliação Individual (Prova).	Aplicar avaliação sobre os conteúdos vistos durante a regência; Fazer a correção da prova nos minutos finais da aula.

Quadro 5 – Cronograma de regência.

4.1 Plano de Aula I: Evolução Histórica e Epistemológica do Conceito de Luz

Data: 08/09/2015, dois períodos – Aulas 1 e 2 - (8h - 9h30min)

Conteúdo:

- Evolução histórica do conceito de luz.

Objetivos: oferecer condições de aprendizagem para que o aluno possa:

- reconhecer que os conceitos científicos modificam-se com o tempo;
- sintetizar a evolução histórica de conceitos relacionados à luz;
- familiarizar-se com aspectos da natureza da luz;
- questionar a evolução da ciência através da visão epistemológica de Thomas Kuhn.

Procedimentos:

Atividade Inicial

- Farei uma apresentação pessoal e dos objetivos da minha intervenção;
- Incitarei um debate com os alunos acerca de suas concepções sobre a natureza da luz.

Desenvolvimento

- Farei uma apresentação usando *slides*⁶ sobre a evolução histórica e epistemológica do conceito de luz que incluirá uma “linha do tempo”;

⁶ Ver Apêndice A.1

- Realizarei experimento demonstrativo sobre refração (lápiz no copo com água) quando for o momento de falar sobre a explicação dada por Descartes;
- Realizarei experimento demonstrativo sobre cores fazendo uso do “disco de Newton” quando abordar a visão de Newton sobre a luz e as cores;
- Realizarei experimento demonstrativo da “difração de laser em orifício feito em uma lata” quando explicar o experimento de Grimaldi;
- Utilizarei o aplicativo do *Phet*⁷ para mostrar interferência durante a explicação do experimento de Young;
- Utilizarei aplicativo do *Phet*⁸ para explicar o efeito fotoelétrico e farei uma explicação introdutória da dualidade onda-partícula.

Fechamento

- Discutirei brevemente aspectos associados à evolução da ciência na visão de Thomas Kuhn (por exemplo, experimentos construídos para certo fim e que detectam anomalias; os conceitos de paradigmas e de revoluções científicas).

Recursos:

- Computador ligado a um projetor multimídia;
- Lata de refrigerante ou similar com orifício;
- *Laser pointer*;
- Copo de vidro com água;
- Disco de Newton;
- Simulações do *Phet*;
- Texto de apoio impresso⁹, a ser entregue aos alunos;
- Materiais de uso comum (MUC).

4.1.1 Relato de Regência: Aulas 1 e 2

Um pouco antes do horário da aula, às 8h, eu já estava aguardando o professor *Épsilon* em frente à porta da sala de aula, pois ele havia informado que assistiria à primeira aula da minha Regência. Com um atraso de dois minutos, o professor chegou e convidou-me para entrar na sala. Eu fui então apresentado aos alunos novamente, pois o ele já havia me apresentado durante as minhas observações de suas aulas. Depois da

⁷ Disponível em: <<https://phet.colorado.edu/en/simulation/wave-interference>>. Acesso em: 04 set. 2015.

⁸ Disponível em: <<https://phet.colorado.edu/en/simulation/photoelectric>>. Acesso em: 04 set. 2015.

⁹ Ver Apêndice B.1

apresentação, o professor perguntou: *tu queres que eu assista a tua aula?* Eu respondi: *a decisão é sua, por mim é indiferente.* O professor, não satisfeito com a resposta, refez a pergunta e eu respondi: *estou um pouco nervoso, se não se importar, gostaria de ficar a sós com a turma.* O professor então me deixou a sós com a turma dizendo que se eu necessitasse de algo poderia chamá-lo.

A sós com os alunos e um pouco mais à vontade, comecei a aula falando um pouco de minhas expectativas sobre o período de regência. Logo após, realizei a chamada de forma oral, aproveitando para ir conhecendo os nomes dos alunos e entreguei-lhes um texto de apoio sobre o conteúdo da aula, como recomendado pelo professor titular da turma.

No meu planejamento, para essa aula, utilizaria um computador ligado a um projetor multimídia, mas infelizmente faltou um cabo no equipamento e a aula teve que ser dada no quadro.

Primeiramente, perguntei aos alunos o que eles entendiam por luz. Em um primeiro momento não obtive respostas, a turma estava em completo silêncio, talvez um pouco constrangida com a situação nova. Refiz então a pergunta me dirigindo a um aluno que estava sentado no fundo da sala e que, em minhas observações, notei que era muito agitado. Ele respondeu de imediato dizendo que a luz era algo que iluminava. Depois da primeira fala mais alguns alunos tomaram a iniciativa e começaram responder enquanto eu anotava suas respostas no quadro.

Depois desse momento inicial, tracei uma linha no quadro e comecei a discutir os fatos históricos (linha do tempo) que havia planejado, sempre perguntando a opinião dos alunos e instigando-os a participarem. Assim a aula foi fluindo de maneira tranquila, alguns alunos participavam mais, outros menos, mas, no geral, todos pareciam estar prestando atenção.

Quando abordei a concepção de luz de Descartes usei um copo com água colocando uma caneta dentro para que observassem a refração, mas ainda sem explicá-la. Nesse instante alguns alunos afirmaram-me que nunca haviam observado tal fenômeno. Dando seguimento à aula, usei um *disco de Newton* que eu construía em casa e os alunos, aparentemente, pareceram gostar muito do experimento. Alguns pediram para se aproximar e ver melhor e também, que eu diminuísse a velocidade de rotação do disco.

Ao falar sobre o experimento de difração realizado por Grimaldi utilizei uma chapa metálica com furo e o laser para reproduzir o fenômeno por ele obtido.

Infelizmente as cortinas da sala não fechavam e a demonstração não ficou tão nítida quanto eu esperava, mas mesmo assim os alunos conseguiram observar o fenômeno de difração, onde, ao redor de um ponto central da luz que passava pelo orifício, se formaram pequenos círculos iluminados, inclusive, alguns incrédulos do que estavam vendo, pediram para eles mesmos reproduzirem.

Continuei a aula falando sobre a “disputa” entre Newton e Huygens, ou seja, paradigma corpuscular *versus* ondulatório, e da influência que Newton possuía diante da comunidade científica da época. Nesse ponto, tentei debater com os alunos como as influências políticas e sociais influenciam na ciência. Perguntei a eles em quem eles acreditariam se vissem na época, e a grande maioria disse que acreditaria em Newton, pois era um “cara” muito importante.

Quando iniciou o segundo período, três alunos entraram na sala, o que causou certa agitação na turma, dificultando o processo de retomada do assunto da aula. Felizmente consegui acalmar os alunos pedindo silêncio e assim continuei a aula. Para não deixar os alunos que haviam chegado atrasados perdidos, fiz um breve resumo do que havia falado e continuei do ponto que havia parado. Porém, cerca de dez minutos depois os mesmos três alunos foram chamados na direção, tirando a atenção dos colegas quando saíram e quando retornaram, uns cinco minutos depois.

Continuei minha aula e os alunos foram se acalmando lentamente. Falei do experimento de dupla fenda e sobre Maxwell, depois sobre o experimento de Michelson e Morley. Nesse ponto da aula, alguns poucos alunos pareciam não estar mais prestando tanta atenção, mas boa parte da turma ainda participava. Ao falar introdutoriamente sobre o Efeito Fotoelétrico e o Efeito Compton, os alunos que estavam mais dispersos pareceram retomar a atenção e o interesse na aula. Ao discutir a dualidade onda-partícula muitas perguntas surgiram, principalmente relacionadas a qual comportamento é o correto. Tentei explicar que alguns fenômenos são melhor descritos através do comportamento ondulatório e outros através do comportamento corpuscular, de maneira que a luz, como onda-partícula, é um ente que apresenta ambas as características.

Para finalizar a aula, tentei trazer uma abordagem epistemológica segundo a visão de Thomas Kuhn sobre a ciência. Nessa parte da aula os alunos não pareceram muito motivados e poucos participavam. Alguns alunos inclusive me interromperam para fazer perguntas sobre os experimentos que eu levava para a aula. Vendo que a discussão epistemológica não estava tendo um caráter motivador tentei abreviá-la e acabei a aula debatendo como havia construído os experimentos.

De maneira geral, apesar de não ter conseguido usar o computador com o equipamento de projeção, a aula ficou dentro do que eu planejara. O tempo foi suficiente para que eu pudesse trabalhar com calma todos os pontos que havia planejado. Tive uma ótima recepção por parte da turma e me senti muito tranquilo durante toda a aula, contrariando meu nervosismo inicial.

No fim da aula, o professor *Épsilon* estava me esperando na saída da sala e, ao avistá-lo, alguns alunos se dirigiram a ele tecendo alguns elogios à minha postura e à minha aula, o que me deixou muito satisfeito.

4.2 Plano de Aula II: Caráter Ondulatório da Luz, Cores e Propagação

Data: 15/09/2015, dois períodos – Aulas 3 e 4 - (8h - 9h30min)

Conteúdo:

- Características das ondas (ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas);
- A luz como uma onda;
- Cores (como pigmento e como parte do espectro eletromagnético);
- Princípios de propagação da luz.

Objetivos: oferecer condições de aprendizagem para que o aluno possa:

- identificar algumas características das ondas mecânicas, como: velocidade, período, frequência e amplitude;
- diferenciar diferentes tipos de ondas em função de sua natureza e forma de propagação;
- descrever ondas eletromagnéticas em analogia com as ondas mecânicas;
- reconhecer a luz como uma onda eletromagnética;
- distinguir sistemas de cores para luz e para pigmentos;
- ter um primeiro contato com os princípios de propagação de luz (raio de luz).

Procedimentos:

Atividade Inicial

- Farei uma breve recapitulação da primeira aula com ênfase na luz como onda com o objetivo de reforçar/construir subsunçores iniciais sobre Óptica;
- Promoverei um diálogo sobre o que os alunos entendem por onda.

Desenvolvimento

- Proporei uma atividade experimental utilizando cordas para mostrar características de ondas mecânicas;
- Utilizarei uma atividade com software *Audacity*¹⁰ para analisar o comportamento ondulatório do som, destacando que se trata de onda mecânica;
- Farei uma relação (analogia) entre as características das ondas eletromagnéticas e mecânicas;
- Trabalharei a superposição de cores através de atividades experimentais utilizando filtros de papel celofane de diferentes cores e através de uma simulação do *Phet*¹¹;
- Debatarei com os alunos as diferentes fontes de luz.

Fechamento

- Apresentarei os princípios de propagação da luz;
- Discutirei com os alunos aplicações dos princípios de propagação da luz como, por exemplo: o porquê de enxergarmos os objetos menores quando estão mais distantes; como saber se um espelho de banheiro está disposto de forma que pessoas de fora não possam observar; como faróis de carros se cruzam sem que haja interferência nos raios de luz.

Recursos:

- Computador ligado a um projetor multimídia;
- *Software Audacity* instalado no computador;
- Corda;
- Filtros de papel celofane coloridos;
- Texto de apoio¹² impresso, para ser entregue ao alunos;
- Materiais de uso comum (MUC).

¹⁰ Software livre de edição, gravação e mixagem de áudio. Pode ser encontrado em: <<http://audacityteam.org/?lang=pt-BR>>. Acesso em: 09 set. 2015.

¹¹ Disponível em: <<https://phet.colorado.edu/en/simulation/color-vision>>. Acesso em: 09 set. 2015.

¹² Ver Apêndice B.2

4.2.1 *Relato de Regência: Aulas 3 e 4*

Cheguei cedo à escola e antes das 8h, eu já estava em sala de aula organizando o equipamento de projeção, pois minha aula seria apresentada em *slides*¹³. Enquanto isso, os alunos, conforme iam chegando, organizavam-se em suas classes.

Passaram-se cerca de quinze minutos das oito horas e o equipamento para projeção ainda não havia funcionado, assim, minha orientadora, que estava presente nesse dia, aconselhou-me a começar a aula sem o equipamento e improvisar o que fosse possível, o que concordei dando início à aula.

Entreguei o texto de apoio e comecei a relembrar alguns tópicos debatidos na aula anterior, ressaltando que a luz fora tratada de duas formas: como onda e como partícula, mas que para a aquela aula o caráter ondulatório serviria como base para o que seria apresentado, pois explicava muito bem os fenômenos estudados. Durante minha fala a turma permaneceu em silêncio e, em sua maioria, os alunos pareciam estar prestando atenção na minha explicação.

Depois dessa breve introdução, perguntei aos alunos o que era uma onda. Inicialmente ficaram quietos, mas fui abordando alguns alunos individualmente e assim comecei a obter algumas opiniões. Para minha surpresa, alguns alunos falaram em termos como *oscilação*, *frequência* e *propagação de energia*, destoando da minha expectativa de respostas como ondas do mar, por exemplo. Relatei para eles que eu esperava respostas como ondas do mar e uma aluna disse que havia respondido desta forma, contudo, respondi que não a escutara.

Continuei a aula explicando o porquê das ondas do mar não serem caracterizadas como ondas pelos físicos, pelo menos não quando elas quebram na praia, passando aos alunos um conceito de onda mecânica. Na busca de um *subsunçor*, expliquei o conceito de ondas em detalhes, com o auxílio do exemplo de uma boia na água que estava presente na minha apresentação de *slides*. Sem o equipamento de projeção, mostrei aos alunos as imagens na tela do computador circulando com o mesmo pela sala de aula. Em seguida, solicitei o auxílio de um voluntário, um aluno ou aluna, para realizar uma atividade experimental. Porém não tive sucesso. Assim, chamei um dos alunos que parecia mais descontraído e que se mostrou bastante participativo durante aquela aula e na aula anterior. O aluno aceitou participar, então eu e ele tentamos criar ondas em uma corda, porém sem muito sucesso, o que fez a turma se divertir bastante e, mesmo com o

¹³ Ver Apêndice A.2

infortúnio da atividade, os alunos pareceram compreender o que estávamos tentando produzir.

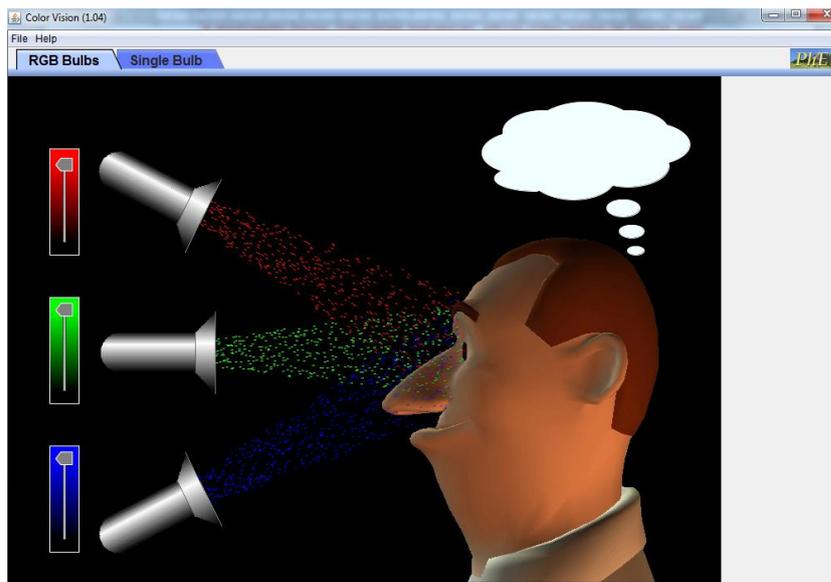
Continuei a aula falando sobre o caráter ondulatório do som e, em seguida, realizei outra atividade. Nesta, gravei a minha voz e a voz de uma aluna voluntária com o *software Audacity* e, partindo do espectro de frequências obtido, expliquei conceitos como frequência, amplitude, comprimento de onda e período. Para explicar velocidade de onda, fiz uma analogia com a cinemática que, segundo os alunos, já haviam estudado. Ao que me pareceu, os alunos compreenderam bem os conceitos.

A abordagem inicial, com ondas mecânicas, serviu como forma de buscar algo mais familiar e palpável aos alunos para então, explicar a eles que a luz tem algumas características ondulatórias semelhantes às ondas mecânicas vistas anteriormente. Assim, tentei explicar o espectro eletromagnético, o que foi bem difícil com a ausência do projetor, causando bastante dúvidas nos alunos. Porém, depois de alguns desenhos no quadro e de alguns exemplos, consegui que os alunos compreendessem onde se situava o espectro visível e suas características.

Seguindo a aula, falei sobre como víamos as cores, distribuí filtros de papel celofane para os alunos, que em sua maioria, interagiram bastante quando eu solicitei que olhassem para a luz, ora com um filtro, ora com outro e que também sobrepussem filtros de cores diferentes. Para explicar a mistura das cores, utilizei a simulação do *phet*¹⁴ (Figura 5) conforme o plano de aula, tendo que mostrar na tela do meu computador, devido à falta de projeção, como já referido. Ainda diferenciei o comportamento das cores enquanto luz e enquanto pigmento.

¹⁴ Disponível em: <<https://phet.colorado.edu/en/simulation/color-vision>>. Acesso em: 09 set. 2015.

Figura 5: *slide* da animação sobre mistura de cores.



Fonte: página do *phet*¹⁵.

Na sequência, falei sobre fontes de luz e sobre como os objetos refletem as cores. Neste ponto, senti bastante dificuldade por parte dos alunos, pois tive que explicar inúmeras vezes alguns exemplos, contudo, creio que, com a aula seguinte, onde falaria sobre reflexão, alguns conceitos ficariam mais claros.

Aproximando-nos do final da aula, dei uma introdução aos princípios de propagação da luz com o auxílio de alguns exemplos.

Por fim, fui ao quadro e passei um cronograma de como seriam nossas próximas aulas e sobre a forma de avaliação. Alguns alunos reclamaram sobre a última avaliação (prova individual), mas nem tanto quanto eu esperava.

Após a realização da chamada, me despedi da turma e me retirei.

Apesar do problema com a projeção, creio que consegui abordar com os alunos tudo o que havia planejado. Tive dificuldades principalmente com o simulador de cores e com o espectro eletromagnético, mas penso que consegui atingir os alunos. Talvez não da maneira como eu esperava, mas certamente de maneira positiva. A turma, a exemplo da primeira aula, foi extremamente receptiva, apenas em dois momentos da aula tive que aguardar silêncio. Com relação à participação dos alunos, posso citar três características distintas: um grupo de alunos participou intensamente, respondendo os questionamentos, perguntando e prestando atenção. Outro grupo de alunos, apesar de demonstrar atenção na aula, parecia meio contido, contudo, quando solicitados, os alunos interagem e demonstravam estar compreendendo. Um terceiro grupo, composto

¹⁵ Disponível em: <<https://phet.colorado.edu/en/simulation/color-vision>>. Acesso em: 09 set. 2015.

de poucos alunos, três, pelo que observei, não se manifestou durante toda aula e não pareciam estar prestando atenção, pois passaram grande parte do tempo usando celular.

No geral, acho que a aula foi muito produtiva e creio que me saí bem ao improvisar algumas situações e explicações, devido à falta do equipamento de projeção. Senti-me muito à vontade com os alunos e, apesar de um nervosismo inicial, creio que conduzi a aula dentro do que havia planejado.

4.3 Plano de Aula III: Propagação da Luz, Reflexão e Espelhos Planos

Data: 22/09/2015, dois períodos – Aulas 5 e 6 - (8h - 9h30min)

Conteúdo:

- Propagação da luz;
- Reflexão e espelhos planos.

Objetivos: oferecer condições de aprendizagem para que o aluno possa:

- reconhecer algumas aplicações das propriedades de propagação da luz;
- identificar diferentes meios de propagação da luz;
- reconhecer as leis de reflexão e suas aplicações;
- sintetizar algumas características e aplicações dos espelhos planos.

Procedimentos:

Atividade Inicial

- Farei uma recapitulação das propriedades de propagação da luz, já abordadas no final da aula anterior;
- Utilizarei uma câmara escura para demonstrar os princípios de propagação da luz.

Desenvolvimento

- Diferenciarei meios de propagação transparentes, translúcidos e opacos utilizando diversos tipos de vidros e espelhos;
- Discutirei a reflexão partindo de uma abordagem quântica da matéria utilizando uma simulação do *NAAP*¹⁶;

¹⁶ Disponível em: <<http://astro.unl.edu/classaction/animations/light/hydrogenatom.html>>. Acesso em: 18 set. 2015.

- Realizarei uma atividade experimental para demonstrar a reflexão de raios inclinados em relação à normal utilizando um espelho plano, um laser e pó de giz;
- Falarei sobre propriedades dos espelhos planos e algumas de suas aplicações;
- Farei uma relação entre espelhos planos e jogos de sinuca utilizando um aplicativo do *Phet*¹⁷.

Fechamento

Farei uma breve explanação sobre campo visual e associação de espelhos planos.

Recursos:

- Computador com projeção;
- Câmara escura;
- Laser pointer;
- Espelhos planos;
- Vidro translúcido e transparente;
- Simulação do *Phet*;
- Simulação no NAAP;
- Texto de Apoio impresso¹⁸, a ser entregue a todos os alunos;
- Materiais de uso comum (MUC).

4.3.1 Relato de Regência: Aulas 5 e 6

Nesse dia, comecei a aula pontualmente às 8h. Meu primeiro diálogo com a turma foi relatar o problema que havia acontecido impossibilitando o uso do projetor, na aula anterior, e noticiar que eu não tinha conseguido explicar da forma como eu desejava alguns aspectos do espectro eletromagnético. Assim, dessa vez com o uso do recurso audiovisual, dei uma explicação mais elaborada sobre o espectro eletromagnético e mostrei a faixa correspondente ao visível.

Depois disso, continuei onde havíamos parado na última aula: a propagação da luz. Distribuí o texto de apoio e, na sequência, comecei a apresentação de *slides*¹⁹ da aula mostrando aos alunos alguns exemplos de aplicação das características da propagação (retilínea) da luz, como o eclipse lunar. Notei que a turma estava um pouco

¹⁷ Disponível em: <<https://phet.colorado.edu/en/simulation/collision-lab>>. Acesso em: 18 set. 2015.

¹⁸ Ver Apêndice B.3

¹⁹ Ver Apêndice A.3

desanimada no início, mas logo os alunos ficaram entusiasmados quando apresentei para eles as câmaras escuras que eu havia construído. Muitos estudantes perguntaram como construir e a maioria quis olhar mais de perto. Um aluno conhecia a história da construção da câmara escura e começou a me explicar. Solicitei então que ele explicasse para a turma e ele o fez.

Após a explicação do funcionamento da câmara escura, procurei debater com os alunos os meios materiais em que pode ocorrer propagação da luz. Mostrei exemplos de materiais translúcidos, transparentes e opacos, sempre buscando a participação dos alunos, que, em geral, respondiam meus questionamentos.

Iniciei o conteúdo de reflexão citando exemplos de como o ser humano enxerga os objetos iluminados. Enquanto isso a turma se manteve muito silenciosa. Com o uso de uma simulação no *NAAP*²⁰, dei uma explicação da reflexão da luz com enfoque do que acontece no “íntimo” da matéria, claro que de forma bem simplificada e os alunos pareceram compreender.

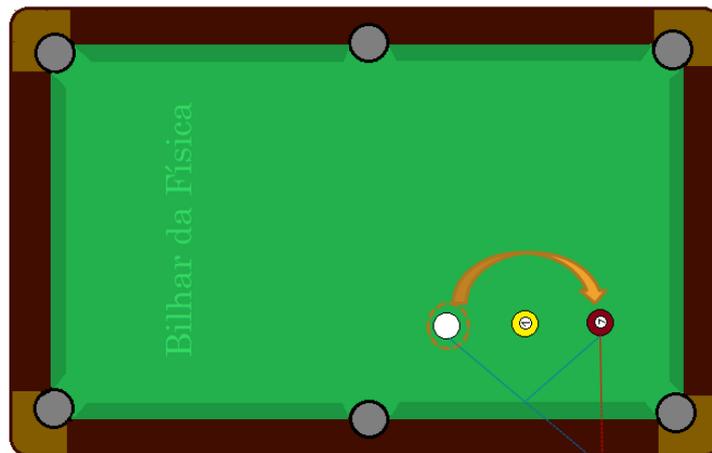
Para explicar as leis de reflexão, primeiro apresentei os conceitos de forma expositiva, e então, utilizando um laser e pó do giz, com o auxílio de um aluno, mostrei que era possível ver o feixe do laser refletindo em um espelho. Tive um pouco de dificuldade para realizar o experimento, pois os apagadores estavam um pouco úmidos. Contudo, seguindo a dica do professor titular, que assistia à minha aula, de bater com o apagador no quadro, consegui reproduzir a demonstração com êxito.

Depois de explicar sobre o fenômeno de reflexão, comecei a explorar as propriedades dos espelhos planos, dando exemplos cotidianos como, o porquê de a palavra “ambulância” aparecer escrita invertida nesses veículos, falei também sobre o periscópio e sua utilização nas guerras.

Em uma atividade diferenciada e buscando entusiasmar os alunos, expliquei-lhes como as propriedades dos espelhos planos podem ser aplicadas a um jogo de sinuca (Figura 6), o que chamou muito a atenção da turma que se agitou bastante, pois os alunos passaram a comentar as estratégias mostradas sobre como se sair bem no jogo usando aspectos da Óptica.

²⁰ Disponível em: <<http://astro.unl.edu/classaction/animations/light/hydrogenatom.html>>. Acesso em: 18 set. 2015.

Figura 6: aplicando propriedades dos espelhos planos em um jogo de sinuca.



Fonte: o autor (2015).

Ainda falando sobre propriedades dos espelhos planos, expliquei o conceito de campo visual e, por fim, realizei uma demonstração experimental com associação de espelhos planos. Alguns alunos se aproximaram para visualizar melhor a formação do número de imagens de um objeto em função do ângulo entre os espelhos, mas minha expectativa era que houvesse maior interesse por parte da turma.

No geral, entendo que consegui realizar tudo que tinha planejado para a aula. Em termos de tempo, tive que dar uma acelerada no conteúdo de espelhos e não consegui abordar mais detalhadamente como desejava. Posso justificar essa falta de tempo pelo fato de o professor titular da turma ter solicitado que eu abordasse mais conteúdos do que havia inicialmente planejado, pois segundo esse professor, seria pouca coisa para uma aula de dois períodos. No mais, creio que consegui atingir meus objetivos.

Os alunos, como nas duas primeiras aulas, estavam bem comportados e fazendo silêncio a maior parte do tempo. Alguns participaram mais ativamente, questionando, dando exemplos, respondendo. Outros estavam mais contidos, porém, pelo que percebi, demonstravam interesse e prestavam atenção. Assim como na segunda aula, um número pequeno de alunos se mostrou desatento, usando muito o celular.

De maneira geral, avalio como positiva minha terceira aula como professor e creio que a turma, em sua maioria, apreciou e aproveitou para questionar e compreender conceitualmente as aulas.

4.4 Plano de Aula IV: Testes Com o uso do *Peer Instruction* e Refração

Data: 29/09/2015, dois períodos – Aulas 7 e 8 - (8h - 9h30min)

Conteúdo:

- *Peer Instruction* sobre reflexão;
- Refração da Luz.

Objetivos: oferecer condições de aprendizagem para que o aluno possa:

- descrever e revisar o fenômeno da reflexão;
- responder testes conceituais²¹ através da metodologia do *Peer Instruction*;
- identificar características do fenômeno de refração;
- associar a refração com a mudança de velocidade de propagação da luz quando esta muda de meio;
- reconhecer algumas aplicações do fenômeno de refração.

Procedimentos:

Atividade Inicial

- Farei uma recapitulação, cerca de cinco minutos, das aulas II e III;
- Realizarei três testes conceituais utilizando a metodologia do *Peer Instruction* buscando perceber se os alunos estão aprendendo significativamente os conceitos e princípios.

Desenvolvimento

- Como motivação, para o estudo da refração, realizarei uma demonstração de ilusão de ótica utilizando tubos de ensaio e glicerina líquida;
- Mostrarei aos alunos uma tabela com diferentes velocidades de propagação da luz, conforme o meio em que se encontra;
- Utilizarei como subsunçor o exemplo de um carro em movimento mudando de estrada, do asfalto para a areia, para fazer uma analogia com o conceito de refração;
- Farei uma atividade experimental para demonstrar alguns efeitos visuais da refração utilizando um copo de água;
- Diferenciarei os índices de refração relativo e absoluto;

²¹ Ver Apêndice C.1

- Realizarei uma demonstração experimental utilizando uma fibra óptica para auxiliar na explicação do fenômeno de reflexão interna total;
- Realizarei uma demonstração experimental utilizando uma garrafa PET para exemplificar reflexão interna total.

Fechamento

- Debaterei com os alunos como algumas miragens que podem ser formadas pelo fenômeno da refração;
- Mostrarei um vídeo do canal do *Mago da Física*²² para exemplificar a formação de miragens;
- Distribuirei um trabalho²³ contendo seis questões teóricas sobre os assuntos já tratados em aula, e mais uma questão “desafio” com um enfoque mais matemático, para que os alunos respondam em casa e entreguem dentro de duas semanas.

Recursos:

- Cartões (*flashcards*) para aplicar testes com o *Peer Instruction*;
- Computador ligado a um projetor multimídia;
- Um litro de glicerina líquida;
- Cuba de vidro;
- Garrafa de vidro;
- Garrafa PET;
- Tubos de ensaio;
- Fibra óptica;
- *Laser pointer*;
- Texto de Apoio²⁴ impresso para ser entregue aos alunos;
- Materiais de uso comum (MUC).

4.4.1 Relato de Regência: Aulas 7 e 8

Entrei em sala de aula, nesse dia, faltando aproximadamente cinco minutos para as 8h. Gostaria poder ter chegado mais cedo, porém, devido a problemas no trânsito,

²² Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=UmHa-RbofVM>>. Acesso em: 25 set. 2015.

²³ Ver Apêndice D.1

²⁴ Ver Apêndice B.4

infelizmente não consegui. Enquanto conversava com a turma sobre assuntos não relacionados à aula, eu ia instalando o meu computador e o equipamento de projeção. Às 8h05min, com todo o equipamento (computador, projetor e *slides*) em funcionamento, dei início à aula.

Após cumprimentar a turma de maneira mais formal, relatei que naquela aula faríamos alguns testes conceituais utilizando o *Peer Instruction*. Questionei os alunos sobre o seu entendimento acerca do método e, como esperado, a maioria já havia entrado em contato ele, pois um dos professores do colégio costuma utilizar essa estratégia e já havia dado aula para a maioria dos alunos da turma.

Antes de realizar os testes conceituais, como havia planejado, com o uso de *slides*²⁵, fiz uma breve revisão dos principais tópicos que havíamos trabalhado nas primeiras aulas. Falei sobre as características das ondas, o espectro eletromagnético, a formação de cores a partir do sistema RGB, fontes e princípios de propagação da luz, reflexão e algumas propriedades dos espelhos planos, tudo de forma bem resumida, mas buscando realizar uma reconciliação integrativa, como propõe Ausubel, acerca de alguns tópicos. Esse processo levou cerca de vinte minutos.

Mesmo que os alunos tivessem relatado a familiaridade com o *Peer Instruction*, decidi dar uma explicação breve sobre os procedimentos e a forma como trabalharíamos. Logo após, distribuí para cada aluno cinco *flashcards*, cada um com uma letra (A, B, C, D, e E) e dei início à projeção das questões conceituais. A primeira questão projetada, sobre cores, teve um grande índice de acertos, apenas três alunos, dos trinta presentes, erraram a resposta. Dado que o índice de acertos foi alto, como sugerem Araujo e Mazur (2013), mostrei a resposta correta, realizei uma breve explicação e projetei uma segunda questão, sobre princípios de propagação da luz. Eu esperava que os alunos divergissem bastante em suas respostas, pois anteriormente quando apresentei minha aula (no microepisódio de ensino) aos meus colegas de estágio, concordamos que se tratava de uma questão um pouco complexa. Para minha surpresa, apenas quatro alunos responderam de forma inadequada. Assim, dei a explicação e projetei a terceira e última questão, que abordava espelhos planos. Após ler a questão e as alternativas, alguns alunos começaram a falar que a questão era complicada. Solicitei que durante o intervalo de tempo, após a leitura, a reflexão deveria ser feita em silêncio e todos se calaram. Ao solicitar a votação, novamente houve um

²⁵ Ver Apêndice A.4

alto índice de acertos, portanto, expliquei a resposta e encerrei a atividade com o *Peer Instruction*. Desta forma, não houve interação social entre os colegas, mas a estratégia foi útil para ter um retorno sobre o nível de aprendizagem dos alunos.

Conforme o planejado, ao iniciar a abordagem sobre refração, realizei uma demonstração em forma de “mágica”. Mostrei aos alunos uma cuba contendo glicerina, porém não dei essa informação, apenas disse que se tratava de um líquido. Afirmei então que dentro do recipiente não havia nada além do líquido, mas na verdade havia um tubo de ensaio submerso na glicerina. Mostrei aos alunos outro tubo de ensaio – idêntico ao que estava no interior do recipiente – e, em seguida, quebrei o tubo e coloquei os “cacos” de vidro dentro da cuba com glicerina. Na sequência, disse que faria uma “mágica” e então retirei de dentro da cuba o tubo de ensaio que estava intacto. Os alunos acharam a demonstração interessante, contudo não se surpreenderam e afirmaram categoricamente que o tudo já devia estar submerso no líquido. Eu esperava que eles se mostrassem mais intrigados, mas como não ocorreu, decidi confirmar a previsão feita por eles e deixei uma pergunta no ar – *Por que eles não haviam conseguido enxergar o tubo submerso?*

Comecei minha apresentação de *slides* explicando o fenômeno de refração e suas características e, durante a explicação, alguns alunos já me interrompiam respondendo a questão interior. Confirmei as respostas (todas corretas), mas continuei a explicação conforme havia planejado. Após explicar a Lei de Snell, o índice de refração relativo e absoluto, a mudança de velocidade em função da mudança de meio e o ângulo de refração, expliquei o experimento inicial relatando que na cuba havia glicerina, cujo índice de refração era muito próximo ao do vidro e que isso causava o efeito de quase “invisibilidade” do tubo de ensaio submerso. Os alunos pediram para ver mais de perto o efeito, portanto passei a cuba com glicerina de mesa em mesa. Alguns alunos pareciam muito surpresos e colocavam as mãos na glicerina. A turma ficou muito agitada e tive trabalho para contê-los e continuar com a aula.

Segundo meu planejamento, na sequência da aula eu faria uma demonstração sobre como uma imagem se invertia quando olhada através de um copo com água, mas houve um imprevisto: a água estava gelada e o copo ficou embaçado, impossibilitando a demonstração. relatei aos alunos que continuaríamos a sequência da minha apresentação e eu realizaria o experimento, se possível, no término da aula.

Expliquei aos alunos o fenômeno da reflexão interna total e mostrei a eles o efeito na fibra óptica que eu havia levado para a sala de aula. Os alunos adoraram,

muitos queriam ver de perto, iluminavam a fibra com o próprio celular; foi um tumulto e novamente tive trabalho para acalmá-los.

Passei a dar uma explicação sobre miragens no asfalto e todos os alunos relataram já ter observado o fenômeno, mas muitos, pelo que percebi, pareciam não compreender muito bem o efeito. Apresentei, então, o vídeo do canal do Mago da Física²⁶ o que pareceu ter auxiliado bastante na compreensão dos alunos. Uma aluna perguntou-me por que eu não havia levado este experimento para a aula e eu expliquei que devido a uma questão de transporte a solução aquosa seria agitada, impossibilitando a realização da demonstração.

Por fim, retomei a demonstração da inversão da imagem, agora já com a água a temperatura ambiente, conseguindo realizar com sucesso e explicar o efeito de forma breve, pois o horário da aula já estava chegando ao fim.

Por fim, distribuí a primeira avaliação, explicando a proposta e dei um prazo de duas semanas para que entregassem. Com o auxílio voluntário de alguns alunos, guardei todos os materiais que havia levado e encerrei a aula despedindo-me da turma.

De modo geral, apesar de alguns imprevistos, a aula seguiu relativamente bem dentro do que eu havia planejado. O resultado dos testes com o *Peer Instruction* foi o que mais me surpreendeu. Previa que, ao menos nas duas últimas questões, o índice de acertos não seria tão alto e que os alunos poderiam debater suas respostas (aspecto importante do método), o que me deixou um pouco frustrado, confesso. Porém, por outro lado, devido ao índice de acertos, foi possível perceber que os alunos estavam assimilando e estruturando muito bem os conceitos trabalhados, o que vejo como muito positivo. Fora o imprevisto da água gelada, a aula prosseguiu dentro do esperado e consegui trabalhar com calma tudo que havia planejado.

A turma manteve-se, na maior parte do tempo, bem receptiva e, fora a agitação com a glicerina e com a fibra ótica - o que também foi interessante porque os retirou da passividade, os alunos mantiveram-se participativos, sempre questionando, mas nunca de forma desorganizada.

Neste aspecto, entendo que foi importante diversificar a aula para dar sentido aos conceitos e facilitar uma aprendizagem significativa, como Ausubel propõe.

²⁶ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=UmHa-RbofVM>>. Acesso em: 25 set. 2015.

4.5 Plano de Aula V: Dispersão e Espalhamento

Data: 06/10/2015, dois períodos (8h ~ 9h30min) - Aulas 9 e 10 - (8h - 9h30min)

Conteúdo:

- Dispersão cromática e fenômenos relacionados;
- Espalhamento da luz e fenômenos relacionados.

Objetivos: oferecer condições de aprendizagem para que o aluno possa:

- descrever o fenômeno de dispersão cromática da luz;
- explicar a formação dos arco-íris e dos halos solares;
- interpretar o fenômeno de espalhamento
- assimilar a razão da cor do céu e do sol;
- relacionar o fenômeno de espalhamento com a cor da lua em alguns eclipses lunares.

Procedimentos:

Atividade Inicial

- Farei uma recapitulação sobre o espectro visível;
- Retomarei o fenômeno da refração e suas características através de uma breve revisão de conceitos fundamentais;
- Falarei sobre os diferentes índices de refração e as diferentes velocidades da luz para cores (frequências) distintas se propagando no vidro.

Desenvolvimento

- Explicarei a dispersão cromática com o auxílio de um prisma de vidro;
- Questionarei os alunos sobre a formação do arco-íris como forma de mapear seus conhecimentos prévios;
- Explicarei a dispersão da luz em apenas uma gota de água e, posteriormente, abordarei esse efeito a partir de diversas gotas para explicar a formação do arco-íris;
- Distinguirei as características da formação do arco-íris secundário em relação ao primário, mostrando como cada um se forma;
- Questionarei os alunos sobre o real formato do arco-íris;

- Como forma de ilustrar melhor a formação do arco-íris, mostrarei aos alunos um vídeo²⁷ explicativo;
- Apresentarei um segundo vídeo²⁸ para auxiliar na explicação do formato do arco íris;
- Relacionarei a formação dos halos solares com a dos arco-íris, ressaltando suas diferenças;
- Trabalharei o conceito de espalhamento da luz com enfoque do fenômeno em nível atômico.

Fechamento

- Debatarei sobre como o efeito de espalhamento está relacionado com a cor do céu e do sol em diferentes horários do dia, buscando aproximar a Física do cotidiano dos alunos;
- Instigarei os alunos a descreverem o fenômeno da lua vermelha que ocorrera havia poucas semanas durante um eclipse lunar visível em Porto Alegre e região.
- Distribuirei um segundo trabalho²⁹ contendo cinco questões conceituais sobre refração e mais uma questão “desafio”, em que os alunos deverão pesquisar e explicar algumas características dos diamantes. Solicitarei que esse trabalho seja entregue no último dia de aula da minha Regência, previsto para 20/10/2015.

Recursos:

- Computador ligado a um projetor multimídia;
- Lanterna;
- Prisma de vidro;
- Texto de Apoio³⁰ impresso a ser entregue aos alunos;
- Materiais de uso comum (MUC).

4.5.1 Relato de Regência: Aulas 9 e 10

Entrei na sala de aula em torno de quinze minutos antes das 8h e, com a ajuda de alguns alunos, organizei as classes e depois instalei meu computador e o projetor, pois

²⁷ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=pxrrfROUXT8>>. Acesso em: 02 out. 2015.

²⁸ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=r_hFjFM91C4>. Acesso em: 02 out. 2015.

²⁹ Ver Apêndice D.2

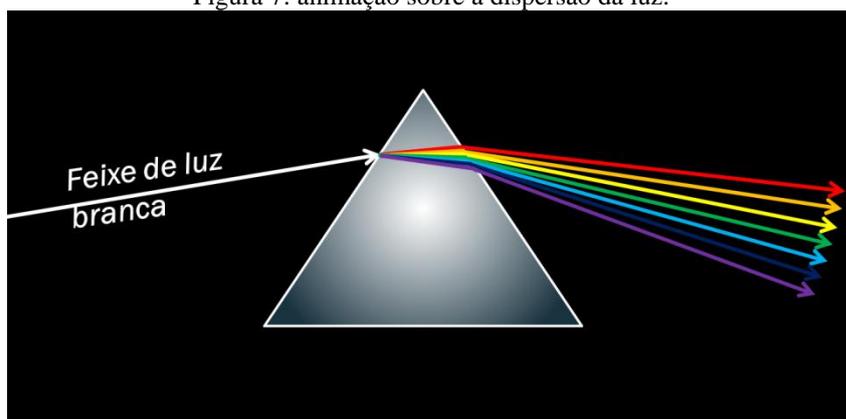
³⁰ Ver Apêndice B.5

daria essa aula utilizando *slides*³¹. Pontualmente, às 8h, cumprimentei a turma com um “*bom dia*” e realizei a chamada. A turma estava bastante agitada e havia muita conversa, o que me fez pedir silêncio algumas vezes durante a realização da chamada.

Inicialmente comecei relembando alguns conceitos sobre refração, que foram tratados na aula anterior. Logo após, retomei, de forma sucinta, algumas características do espectro eletromagnético. Nesse instante tive que parar a aula e conversar um pouco com a turma, que voltara e ficar agitada. Solicitei parcimoniosamente que fizessem mais silêncio, expliquei que da maneira como estava, não havia condições de ter aula. Salientei que a participação deles durante era imprescindível, portanto, poderiam me interromper quando quisessem, mas que as conversas paralelas estavam atrapalhando o andamento da aula. A princípio a conversa surtiu efeito e o ambiente ficou mais propício para eu continuar a aula.

Falei sobre como cores diferentes apresentam índices de refração diferentes em um mesmo meio. Assim, questionei e pedi que os alunos explicassem como essa propriedade influenciava na velocidade e no ângulo de refração de um feixe de luz branca ao atravessar uma superfície de vidro. Em geral, os alunos responderam que cada cor iria “*entortar*” mais ou menos, segundo suas palavras, atendendo às minhas expectativas. Dessa forma, continuei a minha explicação, mostrando uma animação feita por mim, onde mostrei o caminho da luz ao atravessar um prisma de vidro (Figura 7).

Figura 7: animação sobre a dispersão da luz.



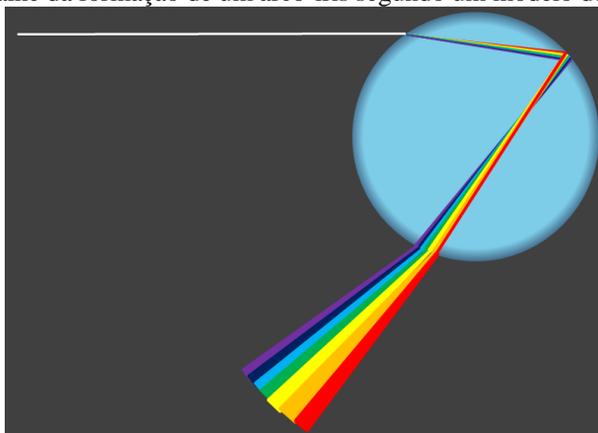
Fonte: o autor (2015).

Logo após, utilizei uma lanterna e um prisma de vidro para demonstrar a dispersão da luz branca. Os alunos desapontaram-se um pouco ao perceber que não conseguiam ver o caminho da luz refratada, somente a imagem formada na parede, mas relataram ter compreendido o fenômeno.

³¹ Ver Apêndice A.5

Dando sequência à aula, perguntei aos alunos se eles sabiam como um arco-íris se formava. A maioria relatou não ter ideia e apenas um aluno respondeu que “*tinha algo a ver com a luz nas gotas de água*”. Assim, expliquei, conforme havia planejado, como acontece o processo de reflexão e refração dentro de um modelo que representava uma gota de água, que dá origem ao arco-íris (Figura 8).

Figura 8: detalhe da formação de um arco-íris segundo um modelo de gota de água.



Fonte: o autor (2015).

Os alunos, pelo que percebi, não tiveram dificuldades de compreensão.

Passei a explicar, então, o mesmo efeito em inúmeras gotas de água até chegar ao ponto em que expliquei como enxergávamos o arco-íris. Surgiram então muitas dúvidas e questionamentos, principalmente sobre a ordem em que vemos as cores, pois, para uma gota, o vermelho ficava em baixo e no arco-íris ficava em cima. Também surgiram perguntas sobre o formato do arco-íris. Para tentar mostrar o efeito com uma abordagem didática diferente, reproduzi os dois vídeos mencionados no planejamento desta aula, pausando-os sempre que achei necessário ou que algum aluno me interrompia com dúvidas. A estratégia do uso pausado dos vídeos foi positiva, pois eles conseguiram compreender melhor o que havia ficado em dúvida anteriormente.

Em seguida, expliquei a formação do segundo arco-íris e, ao que parece, a turma compreendeu sem dificuldades. Questionei então, sobre o formato inteiro do arco-íris e a turma toda não sabia responder. Ficaram surpreendidos quando mostrei a imagem aérea de um arco-íris e seu formato circular. Na sequência, falei sobre os halos solares e sua formação semelhante a do arco-íris. Surpreendi-me ao questionar a turma sobre quem já havia visualizado tal efeito sem obter nenhuma resposta positiva. Todos os alunos relataram nunca ter visto um halo solar ou efeito parecido.

Encerrando o efeito de dispersão, iniciei a explicação sobre espalhamento, perguntei aos alunos sobre o porquê de o céu ser azul. Apenas um aluno respondeu,

dizendo ser um efeito de refração da luz nas gotas de água. Nesse momento tive que solicitar silêncio novamente e chamar a atenção de duas alunas que não paravam de conversar. Senti que o ambiente da sala ficou um pouco tenso e me dei conta de que talvez eu tivesse sido muito enérgico no meu discurso, mas consegui descontraí-lo com algumas piadas e assim pude seguir minha aula.

Confesso que fiquei um pouco desapontado com a reação dos alunos quando expliquei o processo de espalhamento e a cor azul do céu. Esperava muitos questionamentos, mas não houve interrupções na explicação e quando questionei sobre possíveis dúvidas, apenas um aluno me questionou. Na sequência, falei sobre o eclipse da “super lua” e a sua coloração vermelha, explicando em detalhes como um eclipse acontece e o porquê de a lua ficar vermelha em algumas situações. Como anteriormente, não houve questionamentos.

Pelo que eu havia planejado, o eclipse lunar seria o último assunto a ser debatido, porém, ao terminar esse tema, ainda sobravam vinte minutos de aula. Assim, aproveitei para revisar alguns conceitos e distribuir a segunda avaliação.

Encerrei a aula 9h25min, para ter tempo de guardar todo meu material e não tomar tempo do próximo período.

Creio que essa aula foi a que, até aquele momento, a turma mais se mostrou agitada. Possivelmente pelo fato de que minha presença em sala já não era novidade e se sentiram mais a vontade. Ao chamar a atenção dos alunos pela terceira vez, como já relatei, acho que fui um tanto enérgico, agi educadamente, como sempre faço, mas acho que meu tom de voz pode ter soado um pouco ríspido. Devido a esse fato, creio que inibi um pouco a turma, o que resultou na pouca participação dos alunos no restante da aula.

De qualquer modo, consegui realizar tudo como planejara e todos os assuntos previstos para a aula foram abordados no ritmo que eu havia imaginado. A sobra de tempo no fim da aula, a meu ver, esteve relacionada com a pouca participação dos alunos no debate do conteúdo de espalhamento, pois eu esperava muitos questionamentos nesse momento.

Em termos gerais, minha autocrítica indica que essa aula ficou um pouco abaixo do nível das anteriores, muito em função da agitação da turma, mas faço uma avaliação positiva levando em conta que pude abordar com detalhes tudo o que eu planejara, buscando alargar os conhecimentos dos alunos sobre os fenômenos ópticos.

4.6 Plano de Aula VI: Testes Com o Uso do *Peer Instruction* e Efeito Fotoelétrico

Data: 13/10/2015, dois períodos (8h - 9h30min) - Aulas 11 e 12.

Conteúdo:

- *Peer Instruction* (PI) sobre refração e espalhamento da luz;
- Efeito Fotoelétrico.

Objetivos: oferecer condições de aprendizagem para que o aluno possa:

- descrever e revisar os fenômenos da refração e da dispersão cromática da luz através de testes conceituais e da estratégia de PI;
- responder a testes conceituais³² através da metodologia do *Peer Instruction*;
- identificar e esclarecer dúvidas através da interação social nos momentos da metodologia do PI;
- interiorizar conceitos do Efeito Fotoelétrico;
- reconhecer a importância histórica e científica da visão quantizada da natureza da luz;
- familiarizar-se com o comportamento dual da luz.

Procedimentos:

Atividade Inicial

- Farei uma recapitulação, cerca de dez minutos, dos conteúdos trabalhados nas aulas IV e V;
- Realizarei três testes conceituais utilizando a metodologia do *Peer Instruction* buscando perceber se os alunos estão aprendendo significativamente os conceitos e princípios físicos associados à Óptica.

Desenvolvimento

- Falarei sobre a importância histórica de Hertz e Lennard na descrição do efeito Fotoelétrico;
- Abordarei a importância dos estudos de Planck na interpretação quantizada da energia emitida pelos corpos;

³² Ver Apêndice C.2

- Mostrarei um vídeo do canal do Professor Eloir de Carli³³ com uma demonstração experimental do Efeito Fotoelétrico;
- Utilizarei uma simulação sobre Efeito Fotoelétrico disponível no *Phet*³⁴ para auxiliar na descrição do fenômeno;
- Falarei sobre a importância e o papel de Albert Einstein na interpretação e explicação do Efeito Fotoelétrico.

Fechamento

- Debatarei com os alunos como o Efeito Fotoelétrico e a quantização da energia, dando à luz um aspecto corpuscular, revolucionaram a ciência;
- Falarei sobre algumas aplicações do efeito Fotoelétrico em equipamentos presentes em nosso cotidiano.

Recursos:

- Cartões (*flashcards*) para aplicar testes com o *Peer Instruction*;
- Computador ligado a um projetor multimídia;
- Testes conceituais a serem projetados;
- Vídeo e simulação;
- Texto de Apoio³⁵ impresso a ser oferecido aos alunos;
- Materiais de Uso Comum (MUC).

4.6.1 Relato de Regência: Aulas 11 e 12

Nesse dia, atrasei-me cerca de cinco minutos para iniciar a aula, pois tive um pequeno problema com o adaptador do equipamento de projeção, necessário para a apresentação dos *slides*³⁶ preparados para essa aula. Cumprimentei os alunos e relatei a eles que aquela aula era a última antes da avaliação individual. Avisei aos alunos que nesse dia deveriam entregar a primeira avaliação para correção, a qual eu lhes havia entregue no término das Aulas 7 e 8. Durante essa conversa com a turma eu distribuí os *flashcards* para em seguida utilizar a metodologia do *Peer Instruction*.

³³ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=G6YfSsrOewI>>. Acesso em: 07 out. 2015

³⁴ Disponível em: <<https://phet.colorado.edu/en/simulation/photoelectric>>. Acesso em: 07 out. 2015

³⁵ Ver Apêndice B.6

³⁶ Ver Apêndice A.6

Antes de começar a projetar os testes conceituais, revisei com os alunos, durante cerca de quinze minutos, alguns conceitos e fenômenos que já havíamos trabalhado em aulas anteriores, como refração, reflexão interna total, dispersão cromática e espalhamento da luz. Não houve muitos questionamentos durante minha intervenção e a maioria dos alunos mostrou-se participativa sempre que solicitei sua opinião. Isso foi feito buscando alcançar uma reconciliação integrativa dos diversos conceitos que já havíamos discutido.

Expliquei novamente a estrutura de funcionamento do método (PI) e projetei a primeira questão, sobre diferença de velocidade de propagação da luz ao trocar de meio. Depois do breve intervalo de tempo para que pensassem, solicitei que levantassem os *flashcards*. A turma ficou bem dividida em relação a duas alternativas. Assim, solicitei que alunos com respostas diferentes debatessem e tentassem convencer o colega de suas respostas e argumentos. Logo após, solicitei que votassem novamente e o resultado foi positivo, isto é, a maioria da turma acertou a questão, com exceção de um pequeno grupo que, muito provavelmente, devido a um colega muito persuasivo, manteve a resposta errada. Finalizando o primeiro teste, expliquei a questão e a resposta certa e dei sequência com um segundo teste.

O segundo teste, também sobre refração, questionava a relação entre os índices de refração de três meios distintos. A turma apresentou muita dificuldade, tendo um alto índice de erros. Portanto, expliquei novamente o conceito de índice de refração e sua relação com a velocidade e o desvio dos raios de luz ao trocarem de meio; na sequência, expliquei a resposta da questão e parti para o terceiro e último teste.

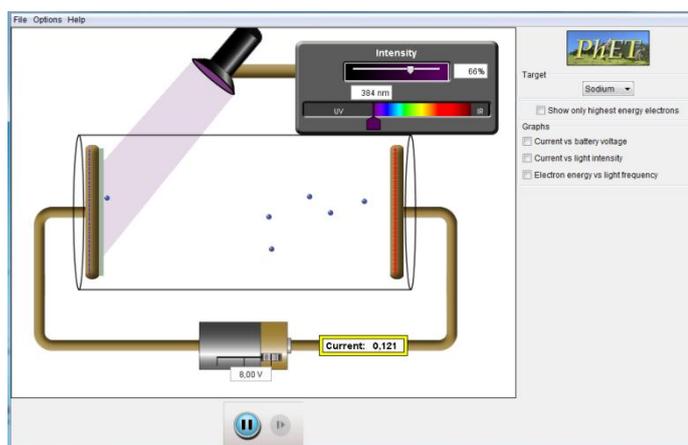
O último teste tratava-se de um universo hipotético onde só havia luz monocromática e os alunos deveriam responder dentre as alternativas, qual fenômeno óptico não ocorria neste universo. Todos os alunos acertaram, não apresentando dificuldades, então expliquei a resposta certa e dei por encerrados os testes conceituais.

Iniciei então a parte de Efeito Fotoelétrico. Comecei buscando uma abordagem histórica, relatando as observações de Hertz e Lennard e a importância de suas pesquisas para o avanço da ciência e também para destacar que esta é uma construção coletiva.

A turma mostrava-se apática, os alunos pareciam não estar muito interessados no assunto, embora eu tentasse ferrenhamente ganhar suas atenções.

Na sequência da aula, como havia planejado, para que os alunos pudessem visualizar uma implicação do Efeito Fotoelétrico, mostrei um vídeo³⁷ onde um professor da UFRGS, utilizando um eletroscópio e uma lâmpada ultravioleta fazia uma demonstração experimental. Nesse instante, notei que alguns alunos se interessaram mais pelo fenômeno e começaram a prestar mais atenção. Com o uso do aplicativo do *phet*³⁸ (Figura 9) dei uma explicação mais detalhada do efeito, enfatizando no fato de que o que determinava se os elétrons seriam ejetados da placa era a frequência e não a amplitude da luz, o que ia contra a teoria ondulatória, muito bem aceita na época.

Figura 9: *slide* da simulação do Efeito Fotoelétrico



Fonte: página do *phet*³⁹.

Continuando a abordagem histórica, falei sobre os estudos de Max Planck e sua grande contribuição para a compreensão da quantização de energia. Esperava uma reação de surpresa e encantamento dos alunos e muitos questionamentos, mas a maioria da turma parecia não estar entusiasmada com esse conteúdo, o que, de certa forma, decepcionou-me ou pouco.

Relatei aos alunos os problemas que ainda existiam para que finalmente houvesse uma explicação do efeito e como Einstein, partindo das ideias de Planck, utilizou a quantização de energia de forma a descrever adequadamente o Efeito Fotoelétrico. Ressaltei a importância dos estudos de Einstein e dos demais cientistas da época gerando o que Kuhn chamou de revolução científica, que marcou aquele período e gerou avanço na ciência. Porém, os alunos não se mostravam interessados.

³⁷ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=G6YfSsrOewI>>. Acesso em: 07 out. 2015.

³⁸ Disponível em: <<https://phet.colorado.edu/en/simulation/photoelectric>>. Acesso em: 07 out. 2015.

³⁹ Disponível em: <<https://phet.colorado.edu/en/simulation/photoelectric>>. Acesso em: 07 out. 2015.

Terminei a aula falando sobre algumas aplicações tecnológicas do Efeito Fotoelétrico, contando com alguma participação dos alunos, mas nada dentro das minhas expectativas.

Creio que posso separar essa aula em dois momentos bem distintos: inicialmente os testes conceituais que considere muito positivos, pois, diferentemente das Aulas 7 e 8, onde a maioria dos alunos acertou todas as questões, tive a oportunidade de observá-los debatendo e aprendendo com os colegas, o que é o intuito e cerne do método *Peer Instruction*.

O segundo momento, onde trabalhei o Efeito Fotoelétrico, como já dito, decepcionou-me bastante. Eu imaginara que os alunos se interessariam muito por Física Moderna e participariam ativamente com perguntas e curiosidades. Mas não foi o que ocorreu.

Dentre todas as aulas que eu ministrei, essa foi a única que não avalio positivamente. Creio que eu me expressei bem, esforcei-me e tentei engajar a turma, mas infelizmente não consegui.

4.7 Plano de Aula VII: Avaliação Individual (Prova)

Data: 20/10/2015, dois períodos (8h - 9h30min) - Aulas 13 e 14

Conteúdo:

- Fontes de Luz;
- Cores e Propagação da Luz;
- Reflexão e Espelhos Planos;
- Refração e Dispersão Cromática;
- Efeito Fotoelétrico.

Objetivos: verificar se ocorreu uma aprendizagem significativa por parte dos alunos sobre os conceitos trabalhados ao longo das aulas ministradas na minha Regência.

Procedimentos:

Atividade Inicial

- Distribuirei a avaliação (prova)⁴⁰ impressa aos alunos;

⁴⁰ Ver Apêndice D.3

- Farei uma leitura da prova juntamente com os alunos para auxiliar no entendimento das questões;
- Darei as orientações sobre a avaliação.

Desenvolvimento:

- Acompanharei os alunos durante a realização da prova, que será com consulta ao material de apoio entregue ao longo da Regência e também às anotações nos cadernos.

Fechamento

- Farei a correção da prova nos últimos 15 min de aula, em conjunto com os alunos.

Recursos:

- Prova impressa;
- Materiais de Uso Comum (MUC).

4.7.1 Relato de Regência: Aulas 13 e 14

Nesse dia, entrei em sala de aula cerca de quinze minutos antes do início do período regular. Organizei as classes para que ficassem espaçadas de forma equidistante e aguardei os alunos chegarem e organizarem-se. Às 8h, comecei a dar algumas instruções aos alunos sobre a prova, dizendo-lhes que, em caso de dúvidas, levantassem a mão que eu iria atendê-los-ia em suas classes. Expliquei que eles poderiam utilizar seus cadernos e os textos de apoio que distribuí ao longo das aulas para consulta, mas que não era permitido conversar durante a prova nem o uso de aparelhos eletrônicos como celulares e calculadoras. Ressaltei também que o período de realização da prova iria até às 9h15min, pois eu iria realizar a correção nos minutos finais em conjunto com eles.

Após os avisos iniciais, distribuí a prova para todos os alunos e li as questões em voz alta, explicando o propósito de cada uma. Desejei-lhes uma boa prova e acomodei-me na classe do professor para observá-los.

Inicialmente a turma ficou em total silêncio e nenhum aluno solicitou atendimento. Com o passar do tempo, porém, notei que um aluno estava tentando passar respostas para um colega da classe ao lado. Para não atrapalhar o silêncio da turma, fui em direção até esses alunos e, sem dizer uma palavra, posicionei-me entre suas classes,

ficando parado ali por alguns segundos e depois voltando para o local onde eu estava anteriormente. Creio que os alunos perceberam que eu havia notado a tentativa de “cola” e não tentaram se comunicar novamente.

Com o passar da aula, vários alunos chamaram-me em suas classes, alguns com dúvidas de interpretação sobre questões, outros com dúvidas conceituais e alguns perguntando se haviam acertado ou não a questão. Atendi a todos e esclareci as dúvidas de interpretação, porém tomei o cuidado de não fornecer respostas. Aos alunos com dúvidas conceituais, dei-lhes a orientação para que lessem com mais calma os textos de apoio; já para os alunos que desejavam uma pré-correção limitei-me a dizer que não poderia ajudá-los e que a correção seria feita no final da prova.

Às 8h45min a primeira prova foi entregue. Orientei o aluno que terminara sua prova que, se desejasse, poderia realizar outra atividade ou utilizar o celular, mas que ficasse em sala de aula sem atrapalhar o andamento da prova.

Com o passar do tempo, vários alunos foram entregando a avaliação e voltando para seus lugares sem causar problemas. Às 9h05min eu avisei que ainda restavam dez minutos para o fim da avaliação, mas nesse horário apenas três alunos ainda estavam realizando a prova.

Pontualmente, às 9h15min o último aluno que ainda estava com a prova levantou-se e entregou-a em minha classe.

Realizei a correção de todas as questões nos últimos quinze minutos. A maioria delas de forma oral, utilizando o quadro em poucas ocasiões. Durante a correção os alunos ficaram muito agitados, alguns comemoravam os acertos, já outros afirmavam ter errado, mas expressavam que, com a correção, estavam percebendo seus erros. As reações foram diversas, mas consegui corrigir tudo até o término da aula.

Para finalizar, agradei à turma pela forma como me acolhera e pelo período de aprendizagem que havia me proporcionado. Surpreendentemente recebi uma salva de palmas, o que me deixou muito feliz. Assim, despedi-me da turma encerrando meu período de Regência.

O desempenho dos alunos na avaliação individual, bem como nas duas avaliações anteriores será discutido nas Considerações Finais deste trabalho.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O curso de Licenciatura em Física esteve longe de ser cogitado por mim quando concluí o meu Ensino Médio. Na verdade, qualquer curso superior estava fora dos meus planos.

Nasci e vivi minha vida toda em uma pequena cidade, onde a economia gira em torno de duas grandes empresas, uma do setor metalúrgico e outra do setor automotivo. Cresci ouvindo meus pais, tios e amigos falando que o melhor lugar para se trabalhar na região era na indústria metalúrgica. Tornou-se, então, o meu objetivo de vida trabalhar nessa empresa.

Depois de terminar o Ensino Fundamental, consegui uma bolsa (50%) na única escola da cidade que possuía Curso Técnico e Ensino Médio, integrados, até então. Meus pais, apesar das dificuldades financeiras, custearam o restante das mensalidades, depositando em mim a confiança de que futuramente eu trabalharia na indústria metalúrgica, como eu havia planejado. Foi o que veio a acontecer.

Terminei o Ensino Médio, fiz dois cursos profissionalizantes, dois cursos técnicos (ambos voltados para a área metal-mecânica) e alcancei o meu objetivo. Durante os primeiros meses de trabalho eu estava empolgado, pensava em cursar alguma engenharia para, futuramente, conseguir um cargo melhor.

Contudo, com o passar do tempo, percebi que eu não me realizaria trabalhando como engenheiro e que a indústria não me fizera feliz. Muito pelo contrário, eu não gostava daquele ambiente. Fiquei perdido. Eu não estudara minha vida toda voltado para essa área? Não sabia fazer algo diferente. Foi então que cheguei à conclusão de que a única maneira de mudar de ramo seria fazendo um curso de graduação. Mas graduação em que?

Bom, eu adorava Física na escola. Foi assim que eu abandonei o “emprego dos sonhos” e comecei minha caminhada no mundo acadêmico.

Escolhi a Licenciatura em Física devido ao horário. O curso noturno parecia-me muito mais viável, mas, a princípio, o Bacharelado chamava-me mais a atenção.

Meu primeiro semestre foi extremamente laborioso. Todavia, consegui vencer minhas dificuldades e concluí-lo. O segundo semestre foi um divisor de águas. Nesse período eu decidi o que queria para a minha vida. Foi nesse semestre que entrei para o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência - PIBID, e percebi que ensinar fazia-me extremamente feliz. O prazer de interagir e ver os alunos ouvindo-me e

questionando-me fez com que eu tivesse a certeza de que ser professor era o que eu queria.

Por outro lado, meu desempenho acadêmico foi execrável, deixando-me extremamente abatido, no começo do curso. Contudo, esse choque tornou-me muito mais convicto de que eu precisava me dedicar extraordinariamente para concluir a graduação e assim o fiz.

Creio que ocorreu de tudo um pouco durante o curso. Encontrei bons e maus professores, disciplinas que eu adorei e disciplinas que, só de pensar em ir à aula, já me desanimavam; passei noites sem dormir; senti, em muitos momentos, frustração com conceitos (desempenho) obtidos. Existe, ainda, o fato de que nós, alunos da Licenciatura, sofremos certo preconceito, pois, segundo alguns alunos e professores do Bacharelado, o curso de Licenciatura é “muito mais fácil” e, de fato, alguns fatores me fazem concordar com tal assertiva. Por outro lado, a Licenciatura tem identidade própria – prepara para educar.

Por exemplo, alguns professores que ministram algumas das disciplinas exclusivas da Licenciatura são bastante displicentes e pouco exigentes, o que reflete nos alunos, que acabam não se dedicando a essas disciplinas, pois sabem que, ao final do semestre, estarão aprovados e, muitas vezes, com um bom conceito. Esse fator, no meu ponto de vista, compromete a imagem do curso de Licenciatura, entre outros.

Contudo, de maneira geral, o curso de Licenciatura agregou-me muito conhecimento formal em Física. Creio que o suficiente para um bom professor que atuará no Ensino Médio. Contudo, senti falta de um enfoque maior na área de Física Moderna, que, em minha opinião, possui poucas disciplinas no currículo da Licenciatura.

Em relação às disciplinas mais voltadas à formação didática, como professor, ressalto como positivas disciplinas como Unidades de Conteúdo para Ensino Médio e/ou Fundamental, onde nós tivemos a possibilidade de conviver com alunos “reais”, aplicando nossos conhecimentos e estratégias adquiridas ao longo do curso. A disciplina de História e Epistemologia também foi de grande importância na minha formação, pois me auxiliou a desconstruir conceitos errôneos sobre a ciência e o mundo científico. Certamente o conhecimento obtido nessa disciplina será de grande utilidade para a minha carreira.

Contudo, em minha opinião, a maioria das disciplinas fornecidas pela Faculdade de Educação (FACED) contribuiu muito pouco para minha formação, pois, ao meu ver,

além da carga horária ser muito pequena, a maioria dos conteúdos foram tratados superficialmente e muitas vezes de forma displicente por alguns professores.

Disciplinas como Seminários Sobre Tópicos Especiais em Física Geral e Física Aplicada foram positivas no aspecto de revisar conteúdos e conhecer aplicações tecnológicas relacionadas com a Física, porém, em termos de didática, foram pouco relevantes, principalmente pelo fato de que, no meu caso, os professores que ministraram as disciplinas não eram formados em Licenciatura e muitos deles nunca tiveram contato com alunos fora do mundo acadêmico-universitário.

Tive aulas com ótimos professores, tanto em relação ao conhecimento disciplinar (de Física), quanto em relação à didática, mas também tive aulas com professores que, apesar de um currículo estupendo, não conseguiam externar o que sabiam, privando-nos de muita informação.

Entre altos e baixos, considero-me privilegiado por ter estudado nesta Instituição (UFRGS). Aprendi muito durante esses cinco anos, não só em relação ao conteúdo de Física e às estratégias docentes, mas aprendi a ter foco, a me dedicar, a ser mais crítico, analítico e abrir minha mente de morador de cidade pequena para um mundo totalmente diferente, tendo-me tornando, certamente, uma pessoa melhor do que eu era cinco anos atrás.

Este último semestre e a disciplina de Estágio de Docência só vieram confirmar o meu desejo de ser professor. O período de Observação e Monitoria decorreu de forma tranquila, pois eu já estava acostumado com o ambiente de sala de aula em função de minha participação nas atividades do PIBID. Contudo, analisar os professores não foi uma tarefa branda, ainda mais quando temos a oportunidade de observar apenas seis, ou até menos, períodos de aula com o mesmo professor.

Sobre a Regência, achei que assumir uma turma durante certo período seria uma tarefa amena. Afinal, os quatro anos passados atuando em escolas públicas através do PIBID forneceram-me muita tranquilidade. Contudo, essa tranquilidade durou até o dia em que eu entrei no CAp para ministrar minha primeira aula. Estar ali, sozinho, diante de uma turma, não só para auxiliar em dúvidas ou apresentar um trabalho (como comumente ocorre no PIBID), mas para ser **o educador** daqueles alunos, ainda mais sabendo que passara toda a minha graduação me preparando para situações como aquela, foi desafiador. Fiquei extremamente nervoso, mas terminei minha primeira aula confiante de que eu havia feito da melhor maneira o que tinha planejado.

Durante quatorze (14) períodos em que atuei como professor estagiário, busquei, sempre que possível, realizar uma abordagem histórico-epistemológica afim de salientar perante aos alunos uma visão de ciência como construção humana e creio que, mesmo com pouco tempo, consegui mudar, ao menos um pouco essa visão ingênua e ultrapassada, porém muito difundida, de que ciência é produtora de verdades absolutas.

A utilização do método *Peer Instruction* foi algo totalmente novo para mim. Achei a proposta muito interessante, porém não me sinto na condição de avaliar o seu legado em minhas aulas. Creio que para analisar os resultados, eu necessitaria de mais do que duas aulas de aplicação da metodologia. Contudo, reitero meu interesse no método e almejo utilizá-lo futuramente em minha profissão.

Minha relação com a turma foi muito boa, mas tenho a convicção de que não consegui contagiar todos os alunos, o que me frustrou um pouco, pois, como já citado em meu referencial teórico, para que haver uma aprendizagem significativa o aprendiz deve apresentar predisposição para aprender (MOREIRA, 2012, p. 8). Todavia, esse período serviu como uma agradável experiência. Tenho certeza que, de maneira geral, eu me saí muito bem, mas estou convicto que ainda posso melhorar.

Com relação às avaliações, os alunos saíram-se muito bem na primeira atividade, que consistiu em um trabalho⁴¹ com questões teóricas, pois apresentaram bons argumentos e respostas muito coerentes sobre propagação e fontes de luz, cores e espelhos planos. A segunda atividade avaliativa, que foi um trabalho⁴² com questões teóricas sobre refração, dispersão e espalhamento, não foi tão satisfatória quanto a primeira, mas, mesmo assim, os resultados foram aceitáveis.

O que mais me surpreendeu foi que cerca de 35% da turma não entregou o trabalho, mesmo eu tendo estendido o prazo de entrega, ratificando, de certa forma, que quando o aluno não está predisposto ele não constrói o seu conhecimento ainda que haja incentivos externos.

Quanto à avaliação individual (prova) o resultado foi, de certa forma, decepcionante, pois 37,5% da turma acertou menos de 50% das questões. Em uma questão sobre efeito fotoelétrico os alunos tiveram o pior desempenho, sendo que, se acertassem essa questão, o número de alunos abaixo dos 50% seria muito menor.

A Tabela 1, a seguir, apresenta alguns dados quantitativos sobre as avaliações dos alunos, os quais denominei por números como forma de preservar suas identidades.

⁴¹ Ver Apêndice D.1

⁴² Ver Apêndice D.2

Avaliações não entregues levam a legenda N/E e, ressaltar que a todas as avaliações foram atribuídas notas entre 0 e 10, sendo que as avaliações 1 e 2 (foram trabalhos realizados e entregues ao longo da Regência) tiveram peso três (3) cada, enquanto a prova final teve peso quatro (4).

Os conceitos foram atribuídos de acordo com as notas da avaliação final da seguinte maneira: notas entre 6,0 e 6,9 – conceito C; notas entre 7,0 e 8,4 – conceito B; notas entre 8,5 e 10 – conceito A; notas abaixo de 6,0 – conceito D.

Aluno	Trabalho 1	Trabalho 2	Avaliação Individual (Prova)	Avaliação Final	Conceito
1	N/E	2,5	3,5	2,2	D
2	9,4	7	4,6	6,8	C
3	10,0	5	6,2	7,0	B
4	9,2	N/E	7	5,6	D
5	8,4	9,5	3,1	6,6	C
6	8,4	9	4,3	6,9	C
7	10,0	9	3,1	6,9	C
8	10,0	N/E	7,3	5,9	D
9	10,0	10	4,3	7,7	B
10	9,2	N/E	6,2	5,2	D
11	N/E	N/E	N/E	Zero	D
12	10	7	5,4	7,3	B
13	6,4	1,5	5	4,4	D
14	10	N/E	8,9	6,6	C
15	9,6	7	5,3	7,1	B
16	9,2	N/E	5,4	4,9	D
17	10	7	7,7	8,2	B
18	N/E	N/E	8,9	3,6	D
19	8	N/E	5,8	4,7	D
20	10	N/E	3,9	4,6	D
21	N/E	N/E	3,5	1,4	D
22	7,5	6	4,3	5,8	D
23	9,2	N/E	5,8	5,1	D
24	10	6	3,5	6,2	C
25	10	8	5,4	7,6	B
26	8,8	7	6,2	7,2	B
27	10	7	7,3	8,0	B
28	8	7	5	6,5	C
29	10	8	5,8	7,7	B
30	8,4	6	2,7	5,4	D
31	N/E	N/E	3,1	1,2	D
32	8,4	N/E	5,4	4,7	D
33	10	8	9,2	9,1	A

Tabela 1: avaliações dos alunos.

Levando em conta o desempenho ruim na avaliação individual, alguns aspectos precisam ser melhor analisados. Primeiramente, considero que a questão com mais erros (sobre Efeito Fotoelétrico) foi o único tópico em que o conteúdo não foi trabalhado utilizando a metodologia *Peer Instruction*, embora abordasse alguns aspectos da Física Moderna e Contemporânea, que eu esperava pudessem ser atraentes. Surpreendentemente, segundo minhas observações, a aula sobre Efeito Fotoelétrico foi a que os alunos menos mostraram interesse, corroborando, uma vez mais, o argumento de que uma aprendizagem significativa depende de predisposição do aluno. Mas, possivelmente, se houvesse mais tempo o assunto poderia ser explorado com mais profundidade e talvez o interesse viesse.

É fato que a Física Moderna e Contemporânea é pouco, ou quase nada, estudada nas escolas de Ensino Médio e talvez muito esforço ainda precise ser desenvolvido para que o aluno se perceba como agente desta nova ciência, no seu tempo e como parte de sua cultura.

Fazendo uma análise da avaliação final, onde é levado em conta a média dos trabalhos e da prova, com seus respectivos pesos, observei que a maioria dos alunos que ficaram com conceito D não entregaram um, ou os dois trabalhos. Alguns desses alunos, inclusive, tiveram boas notas na prova, o que me leva a inferir que, de maneira geral, as avaliações seriam mais positivas se houvesse um maior comprometimento dos alunos e, possivelmente, uma mudança de cultura levando os alunos a perceberem que a aquisição do hábito do estudo seria uma excelente alternativa para se manterem em dia com trabalhos e prepararem-se para avaliações.

Quando levo em conta tudo isto, penso que a experiência foi válida e em nada deve me desmotivar para minha atuação no futuro, mas ao contrário, percebo que há muito por se fazer para alcançarmos uma melhoria da qualidade de ensino em nosso país.

Por fim, fica um sentimento de realização e de convicção de que o período de estágio contribuiu muito para a minha formação como docente. Completo essa etapa sentindo-me mais maduro e ciente das responsabilidades que terei como professor.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, I. S.; MAZUR, E. 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*, v. 30, 2013.

ARAÚJO, I. S. *Simulação e modelagem computacionais como recursos auxiliares no ensino de Física Geral*. Tese (Doutorado em Ensino de Física) – UFRGS, Porto Alegre, 2005.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J.D.; HANESIAN, H. *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Ed. Interamericana, 2ª ed., 1980.

AXT, R.; ALVES, M. V. *Física para secundaristas – Eletromagnetismo e Óptica*. 2. ed. Porto Alegre: Instituto de Física – UFRGS, 1999.

CHALMERS, A. F. *O que é ciência afinal?* São Paulo: Ed. Brasiliense, 1993.

GASPAR, A. *Compreendendo a Física*. São Paulo: Ed. Ática, v. 2, 2012.

HALLIDAY, RESNICK, WALKER; *Fundamentos da Física*, Vol. 4, 8ª Edição, LTC, 2009.

HEWITT, P. G. *Física conceitual*. Tradução por Trieste Ricci e Maria Helena Gravina. São Paulo: Editora Bookman, 9ª ed., 2002.

KUHN, T. S. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Ed. Perspectiva, 12ª ed. 2013.

MACHADO, M. A.; OSTERMANN, F. *Textos de apoio ao professor de Física*. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, v. 17, n.6, 2006.

MAZUR, E. *Confissões de um professor convertido*. In: CONFERÊNCIAS INTERNACIONAIS SERRALVES - EDUCAÇÃO, 2007, Serralves. Adaptação do livro: Peer Instruction: A User's manual (Prentice Hall, 1997).

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa: um conceito subjacente. Em Moreira, M.A., Caballero, M.C. e Rodríguez, M.L. (orgs.) (1997). *Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo*. Burgos, España. pp. 19-44.

MOREIRA, M. A. Linguagem e Aprendizagem Significativa. Conferência de encerramento do *IV Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa*, Maragogi, AL, Brasil, 8 a 12 de setembro de 2003. Versão revisada e ampliada de participação em mesa redonda sobre Linguagem e Cognição na Sala de Aula de Ciências, realizada durante o *II Encontro Internacional Linguagem, Cultura e Cognição*, Belo Horizonte, MG, Brasil, 16 a 18 de julho de 2003.

MOREIRA, M. A. O que é afinal Aprendizagem Significativa. Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010. Aceito para publicação, *Qurrriculum*, La Laguna, Espanha, 2012.

MOREIRA, M. A. Organizadores Prévios e Aprendizagem Significativa. *Revista Chilena de Educación Científica*, ISSN 0717-9618, Vol. 7, n. 2, 2008 , pp. 23-30. Revisado em 2012.

OSTERMANN, F. A epistemologia de Kuhn. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.13, 1996.

VIEIRA, P. C. *Perspectivas sobre a evolução histórica do conceito de Luz e sua integração com a fotografia para o ensino de Óptica*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – UFRGS, Porto Alegre.

VIEIRA, P. C.; MASSONI, N. T. *Óptica: Origens e Conceitos*, (hipermídias), 2014. In: http://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/n32_Vieira/arquivos/4.htm.

VIEIRA, P. C.; MASSONI, N. T. *O Efeito Fotoelétrico e uma nova visão para a Luz*, (hipermídias), 2014. In: http://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/n32_Vieira/arquivos/4.htm.

Sites da Internet Consultados:

<<http://www.ufrgs.br/colégiodeaplicacao/editais/ingresso-de-alunos-1>>. Acesso em: 10 out. 2015.

<<http://www.ufrgs.br/colégiodeaplicacao/carousel/fachada.png>>. Acesso em: 14 out. 2015.

<<http://www.ufrgs.br/colégiodeaplicacao/carousel/DSC05209.JPG>>. Acesso em: 14 out. 2015.

<<http://www.ufrgs.br/colégiodeaplicacao/editais/programa-de-educacao-continuada-1>>. Acesso em: 10 out. 2015.

<<http://www.interstellarmovie.net>>. Acesso em: 21 out. 2015.

<<https://phet.colorado.edu/en/simulation/wave-interference>>. Acesso em: 04 set. 2015.

<<https://phet.colorado.edu/en/simulation/photoelectric>>. Acesso em: 04 set. 2015.

<<http://audacityteam.org/?lang=pt-BR>>. Acesso em: 09 set. 2015.

<<https://phet.colorado.edu/en/simulation/color-vision>>. Acesso em: 09 set. 2015.

<<http://astro.unl.edu/classaction/animations/light/hydrogenatom.html>>. Acesso em: 18 set. 2015.

<<https://phet.colorado.edu/en/simulation/collision-lab>>. Acesso em: 18 set. 2015.

<<https://www.youtube.com/watch?v=UmHa-RbofVM>>. Acesso em: 25 set. 2015.

<<https://www.youtube.com/watch?v=pxrrfROUXT8>>. Acesso em: 02 out. 2015.

<https://www.youtube.com/watch?v=r_hFjFM91C4>. Acesso em: 02 out. 2015.

<<https://www.youtube.com/watch?v=G6YfSsrOewI>>. Acesso em: 07 out. 2015.

<<https://phet.colorado.edu/en/simulation/photoelectric>>. Acesso em: 07 out. 2015.

APÊNDICES

Apêndice A.1 – Slides das Aulas 1 e 2⁴³

Vagner Carvalho
EVOLUÇÃO HISTÓRICA E EPISTEMOLÓGICA DO CONCEITO DE LUZ

1

Afinal, o que é a Luz?

2

Para **Platão** (428 a.C. – 384 a.C.), a luz era formada por partículas emitidas por nosso olhos, que, ao atingir os objetos, se tornavam visíveis.

Imagem 1

3

Aristóteles (384 a.C. – 322 a.C.) considerava a luz um fluido que, através de ondas, vinha dos objetos e chegava aos nossos olhos.

Imagem 2

4

Depois de milhares de anos...

5

É **onda**, ou é **Partícula**?

6

⁴³ Vários destes slides estão baseados em: VIEIRA, P. C.; MASSONI, N. T. *Óptica: Origens e Conceitos*, (hipermídias), 2014. In: http://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/n32_Vieira/arquivos/4.htm.

Para explicar o fenômeno da refração, **Descartes** (1596 - 1650) usou uma teoria onde a luz, formada por partículas viajava num meio material chamado éter, que preenchia todo o espaço.



Imagem 3

7

Descartes, para explicar o fenômeno de **refração**, dizia que as partículas de luz tinham sua velocidade alterada ao mudar de meio.



Imagem 4

8

Quanto mais **denso** o meio, mais **rápido** a luz se propagaria.

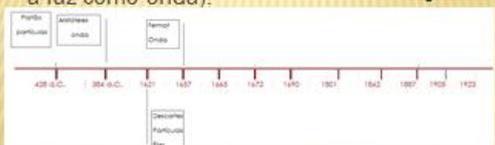
Ex: A luz viajaria mais rápido na água do que no ar, pois as partículas de luz seriam aceleradas pelas partículas de água.

9

Fermat (1601-1665), concluiu o contrário. Num meio mais **denso**, a luz viajaria mais **devagar**. (Considerava a luz como onda).



Imagem 5



10

Isaac Newton (1642 - 1727), partilhava da mesma ideia de Descartes, defendendo a luz como formada por **partículas**.

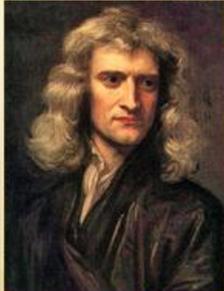


Imagem 6

11

Segundo Newton, as partículas de luz, quando unidas, formavam a luz branca. Como, em sua visão, as partículas eram diferentes, ao sofrer dupla **refração**, cada partícula sofreria um **desvio** e seguiria um caminho distinto.



Imagem 7

12

Francesco Grimaldi (1618 - 1663) - Teve um livro publicado postumamente, onde descrevia um efeito que chamou de **difração**.



Imagem 8

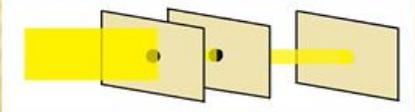


Imagem 9

13



Imagem 10

14

Experimento possibilitou a existência de outra teoria, a **ondulatória**, defendida por **Robert Hooke** (1635 - 1703), que propunha que a luz era formada por **vibrações** se propagando com altas velocidades.



Imagem 11

15

Huygens (1629 - 1695), aperfeiçoou o conceito de Hooke, dizendo que a luz era uma onda **longitudinal**.



Imagem 12

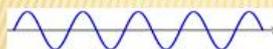
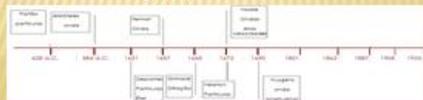


Imagem 13



16

Huygens conseguiu explicar reflexão, refração e difração (do experimento de Grimaldi), além de concordar com Fermat, que a luz viajava mais rápido em meios menos densos.

17

Newton Vs. Huygens

Partícula vs. Onda

Vácuo vs. Éter

18



Imagem 14

19

O EXPERIMENTO DE YOUNG (1801)

Thomas Young (1773 - 1829) - Observava interferência quando pulsos de ondas atravessavam duas fendas em um anteparo.



Imagem 15

20

Fez o mesmo experimento para a **luz** e conseguiu observar **interferência!**

21

Aplicativo:
<https://phet.colorado.edu/en/simulation/wave-interference>

22

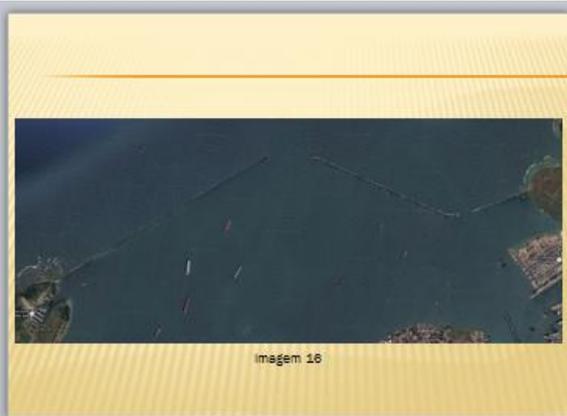


Imagem 16

23



Imagem 17

24

A teoria de Newton vai perdendo força!

25

A teoria ondulatória ainda não era bem aceita por causa de um problema: o meio de propagação.

26

James Clerk Maxwell (1831 - 1879) - Demonstrou que a luz se tratava de uma onda eletromagnética, unificando óptica com eletricidade e magnetismo.



Imagem 18

Maxwell desenvolveu sua teoria baseado na existência do éter, mas ao final de seus cálculos admitiu que esta forma de matéria não deveria existir.

27

Essas ondas eletromagnéticas são produzidas pela movimentação de cargas elétricas. São compostas por um campo elétrico e um magnético, perpendiculares entre si.

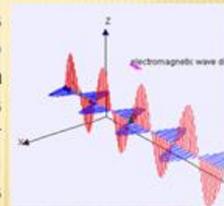


Imagem 19

28

MICHELSON E MORLEY

O físico alemão Albert Michelson (1852 - 1931) e o químico americano Edward Willian Morley (1838 - 1923), desenvolveram um experimento para detectar o éter.

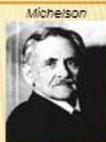


Imagem 20



Imagem 21

29

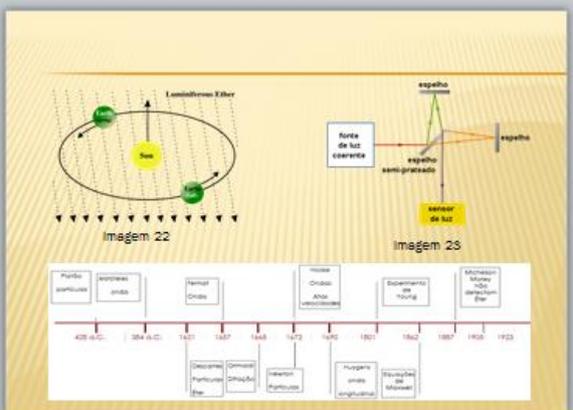


Imagem 22

Imagem 23



30

Éter **NÃO** detectado!!

31

Como seria onda se não havia meio para se propagar?

32

Foi então que no final do século XIX, entrou-se em consenso de que a luz é uma onda eletromagnética e que não precisa de meio para se propagar

33

Mas...

34

Ainda no final do século XIX, Einstein (1879 - 1955), para explicar o Efeito Fotoelétrico, propôs que a luz fosse constituída de pequenos pacotes de energia, os fótons.



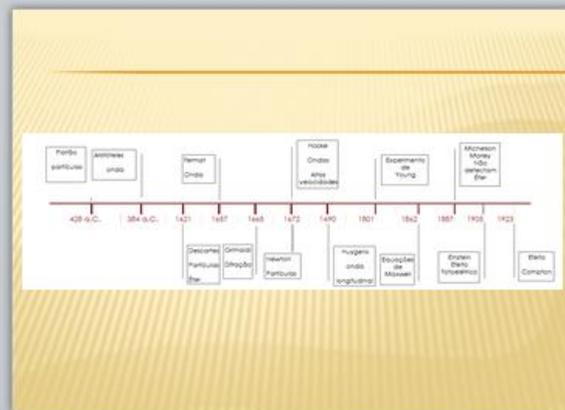
imagem 24

Arthur Compton (1892 - 1962) confirmou a descoberta de Einstein ao demonstrar que um fóton, quando colide com um elétron, ambos se comportam como corpos materiais.



imagem 25

35



36

Aplicativo:
<https://phet.colorado.edu/en/simulation/photoelectric>

37

Surgiu então a teoria da luz com comportamento dual (onda-partícula)

38

Referências das Imagens utilizadas:

Imagem 1:

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Plat%C3%A3o#/media/File:Plato_Silanion_Musei_Capitolini_MC1377.jpg>.

Imagem 2: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/62/Aristotle_Altemps_Detail.jpg>.

Imagem 3:

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Frans_Hals_-_Portret_van_Ren%C3%A9_Descartes.jpg>.

Imagem 4:

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Refra%C3%A7%C3%A3o#/media/File:Refraction_of_a_pencil.svg>.

Imagem 5: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Pierre_de_Fermat#/media/File:Pierre_de_Fermat.jpg>.

Imagem 6: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Isaac_Newton#/media/File:GodfreyKneller-IsaacNewton-1689.jpg>.

Imagem 7:

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Prisma_%28%C3%B3ptica%29#/media/File:Dispersion_prism.jpg>.

Imagem 8:

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Francesco_Maria_Grimaldi#/media/File:Francescomaria_Grimaldi.jpg>.

Imagem 11:

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Robert_Hooke#/media/File:13_Portrait_of_Robert_Hooke.JPG>.

Imagem 12: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Christiaan_Huygens#/media/File:Christiaan_Huygens.jpg>.

Imagem 14:

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d2/Arm_wrestling_-_break_arm_position.jpg>.

Imagem 15:

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Thomas_Young#/media/File:Young_Thomas_black_white.jpg>.

Imagem 16: <<https://www.google.com.br/maps/place/Fuerte+Sherman,+Panama/@9.3666573,-80.0200406,12z/data=!3m1!4b1!4m2!3m1!1s0x8fab72f1b359cc9b:0x731e39d1d9ac7af5>>.

Imagem 17:

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Interfer%C3%Aancia#/media/File:Two_sources_interference.gif>.

Imagem 18:

<https://pt.wikipedia.org/wiki/James_Clerk_Maxwell#/media/File:James_Clerk_Maxwell_big.jpg>.

Imagem 19:

<https://en.wikipedia.org/wiki/Electromagnetic_radiation#/media/File:Electromagneticwave3D.gif>.

Imagem 20:

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Albert_Abraham_Michelson#/media/File:Albert_Abraham_Michelson.JPG>.

Imagem 21:

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Edward_Morley#/media/File:Edward_Williams_Morley2.jpg>.

Imagem 22: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Experi%C3%Aancia_de_Michelson-Morley#/media/File:Michelson-Morley_experiment_%28pt%29.svg>.

Imagem 23: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Experi%C3%Aancia_de_Michelson-Morley#/media/File:AetherWind.svg>.

Imagem 24: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3e/Einstein_1921_by_F_Schmutzer_-_restoration.jpg>.

Imagem 25: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Arthur_Holly_Compton#/media/File:Arthur_Compton.jpg>.

Todas as imagens acessadas em 01/09/2015.

Obs.: as demais imagens são de minha autoria.

Apêndice A.2 – Slides das Aulas 3 e 4⁴⁴

<p>Vagner Carvalho</p> <p>LUZ, CORES E PROPAGAÇÃO</p>	<p>Como já vimos, podemos explicar muitos efeitos da luz através da teoria ondulatória!</p> <p>Para nossa aula, também utilizaremos essa abordagem.</p>
<p>Primeiro vamos entender melhor as ondas!</p>	<p>O que é uma onda?</p>
 <p>A onda do mar é uma onda?</p>	<p>Onda é algo que se movimenta pelo espaço, periodicamente sem que, a rigor, haja deslocamento de matéria!</p>

⁴⁴ Baseado em: HALLIDAY, RESNICK, WALKER. *Fundamentos da Física*, Vol. 4, 8ª Edição, LTC, 2009.

GASPAR, A. *Compreendendo a Física*. São Paulo: Ed. Ática, v. 2, 2012.

HEWITT, P. G. *Física conceitual*. 11. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

AXT, R. ; ALVES, M. V. *Física para secundaristas – Eletromagnetismo e Óptica*. 2. ed. Porto Alegre: Instituto de Física – UFRGS, 1999.

COMO ASSIM?



Imagem 2

☆

7

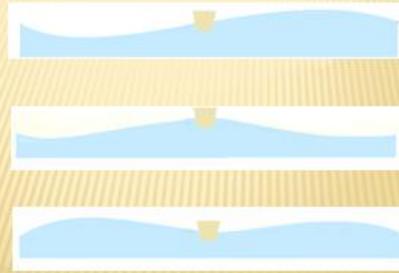


Imagem 2

☆

8

ATIVIDADE COM CORDA!

☆

9



Imagem 4

☆

10

Atividade com Audacity

☆

11

CARACTERÍSTICAS DAS ONDAS

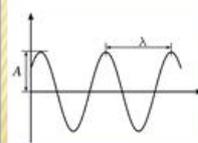


Imagem 3

Comprimento (λ): Distância entre valores repetidos em um padrão (duas cristas ou dois vales, por exemplo) (medido em metros).

Amplitude (A): Distância de uma crista ou de um vale a nível de equilíbrio (medida em metros).

Frequência (f): Número de oscilações em um determinado intervalo de tempo (medida em Hertz)

Período (T): intervalo de tempo para que ocorra uma oscilação completa (medido em segundos)

$$T = \frac{1}{f}$$

☆

12

CARACTERÍSTICAS DAS ONDAS

Velocidade (v):

Vamos pensar!

Lá pelas 10h o ônibus D43 demora 30min para ir do Campus do Vale até o centro.

Em um horário de trânsito intenso, o mesmo ônibus demora 50min.

☆

13

CARACTERÍSTICAS DAS ONDAS

Em qual das duas situações a velocidade do ônibus foi maior?

A sua velocidade média equivale a qual distância ele percorreu em certo intervalo de tempo.

$$\vec{v} = \frac{\Delta d}{\Delta t}$$

Deslocamento
Tempo

☆

14

CARACTERÍSTICAS DAS ONDAS

E para uma onda?

Sabemos que o comprimento da onda (λ), é a distância entre duas "repetições" e que o período é o tempo que leva para que ocorra essa repetição:

$$\text{Logo: } v = \frac{\lambda}{T} \text{ ou } v = \lambda f$$



15

ONDE A LUZ ENTRA NISSO?

A luz como uma onda, tem características semelhantes às ondas mecânicas.

Sua velocidade, no vácuo, é sempre a mesma:

$$v = c = 299792458 \approx 300.000 \text{ km/s}$$



16

O QUE ISSO TEM A VER COM AS CORES?

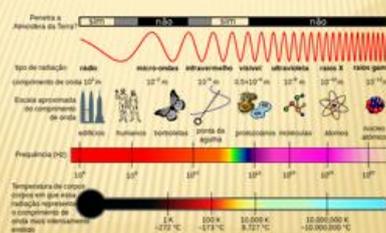


Imagem 9



17

O QUE ISSO TEM A VER COM AS CORES?

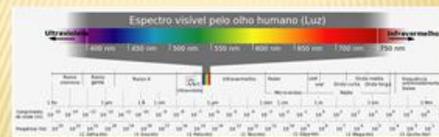


Imagem 7



18

COMO VEMOS AS CORES?

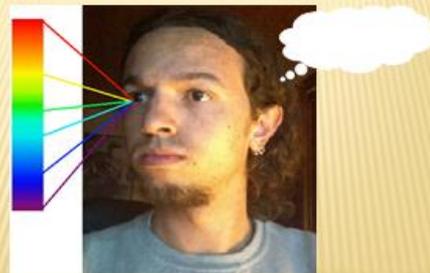


Imagem 8



19

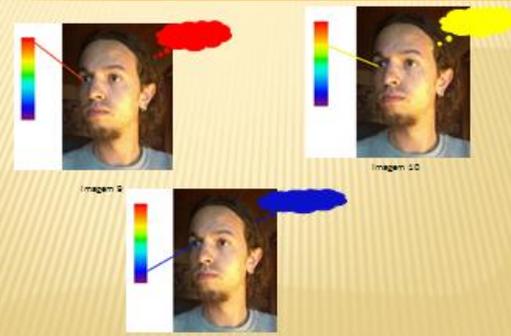


Imagem 9

Imagem 10

Imagem 11



20

Atividade com filtros

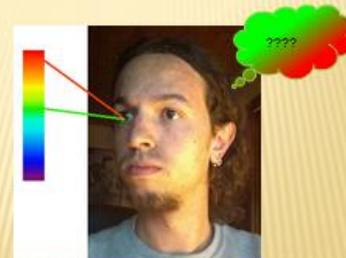


Imagem 12



21



22



Imagem 12

Podemos ter então cor amarela **aditiva** e **bromética**, que são diferentes, mas enxergamos da mesma forma.

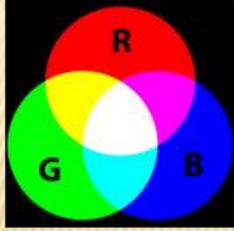


Imagem 14

Sistema RGB - Cores por adição (Válido para luz)

<https://phet.colorado.edu/en/simulation/color-vision>



color-vision(1).jar

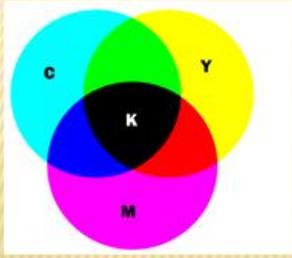


Imagem 15

Sistema CMYK - Cores por subtração (Válido para pigmentos)

FONTES DE LUZ

Fontes Primárias



Imagem 18



Imagem 17



Imagem 19

FONTES DE LUZ

Fontes Secundárias



Imagem 16



Imagem 20

FONTES DE LUZ



Imagem 21

A COR DOS OBJETOS



Imagem 22

A COR DOS OBJETOS

Iluminado com luz branca



Imagem 23

Iluminado com luz vermelha



Imagem 24

Iluminado com luz verde



Imagem 25

☆

31

PROPAGAÇÃO DA LUZ

Princípio da propagação retilínea: em meios homogêneos a luz se propaga em linha reta.

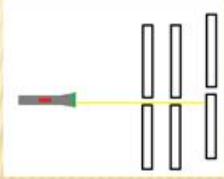


Imagem 26

☆

32

PROPAGAÇÃO DA LUZ

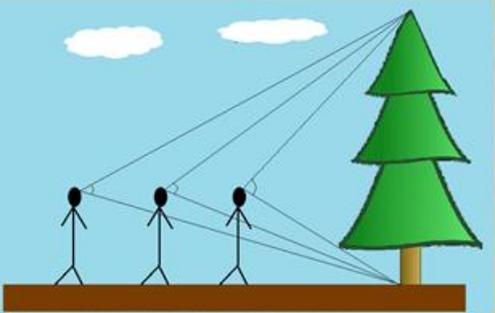


Imagem 27

☆

33

PROPAGAÇÃO DA LUZ

Princípio da reversibilidade: a trajetória dos raios não depende do sentido de propagação.

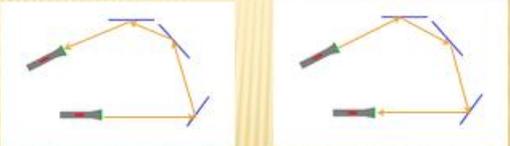


Imagem 28

☆

34

PROPAGAÇÃO DA LUZ

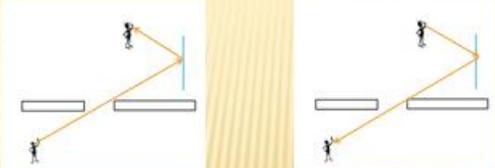


Imagem 29

☆

35

PROPAGAÇÃO DA LUZ

Princípio da independência dos raios de luz: cada raio de luz se propaga independentemente dos demais.

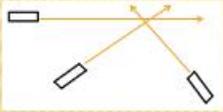


Imagem 30

Veremos mais detalhadamente a propagação da luz na próxima aula.

☆

36

Referências das Imagens utilizadas:

Imagem 1: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1b/KellySlater_byRobKeaton.jpg>.

Imagem 2: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/be/Water_droplet_002.jpg>.

Imagem 4: <<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/82/CPT-sound-physical-manifestation.svg/2000px-CPT-sound-physical-manifestation.svg.png>>.

Imagem 6:

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/36/Espectro_EM_pt.svg/2000px-Espectro_EM_pt.svg.png>.

Imagem 7: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/8d/Espectro_eletromagnetico-pt.svg/2000px-Espectro_eletromagnetico-pt.svg.png>.

Imagem 16: <https://pixabay.com/static/uploads/photo/2013/09/13/00/58/sol-181845_640.jpg>.

Imagem 17:

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/73/Fogueira_de_S%C3%A3o_Jo%C3%A3o.jpg/360px-Fogueira_de_S%C3%A3o_Jo%C3%A3o.jpg>.

Imagem 18: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2b/Lampyrus_noctiluca.jpg>.

Imagem 19: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3a/Conjun%C3%A7%C3%A3o_Lua-V%C3%AAnus-J%C3%BApiter.jpg>.

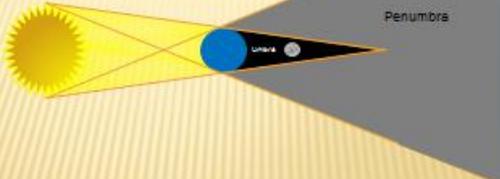
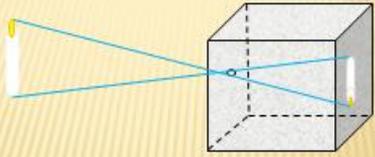
Imagem 20: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a2/Atirado_Arvore_Oleo.jpg>.

Imagem 21: <https://pixabay.com/static/uploads/photo/2014/09/29/02/25/forest-fire-465617_640.jpg>.

Todas as imagens acessadas em 10/09/2015.

Obs.: as demais imagens são de minha autoria.

Apêndice A.3 – Slides das Aulas 5 e 6⁴⁵

<p>PROPAGAÇÃO DA LUZ, REFLEXÃO E ESPELHOS PLANOS</p> <p>Vagner Carvalho</p>	<p>O ECLIPSE LUNAR</p>  <p>Imagem 1</p>
<p>A CÂMARA ESCURA</p>  <p>Imagem 2</p>	<p>MEIOS DE PROPAGAÇÃO</p> <p>Não somente no vácuo, a luz também pode se propagar em outros meios.</p> <p>Dependendo do meio, a luz pode se propagar de diferentes formas, ou até mesmo não atravessar certos objetos.</p>
<p>MEIOS DE PROPAGAÇÃO</p> <p>Transparente:</p>  <p>Imagem 3</p> <p>Permite a passagem regular da luz. O objeto é visto com nitidez.</p>	<p>MEIOS DE PROPAGAÇÃO</p> <p>Translúcido:</p>  <p>Imagem 4</p> <p>A luz é transmitida de forma irregular. A imagem não fica nítida.</p>

⁴⁵ Baseado em: HALLIDAY, RESNICK, WALKER. *Fundamentos da Física*, Vol. 4, 8ª Edição, LTC, 2009.

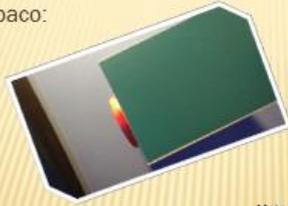
GASPAR, A. *Compreendendo a Física*. São Paulo: Ed. Ática, v. 2, 2012.

HEWITT, P. G. *Física conceitual*. 11. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

AXT, R. ; ALVES, M. V. *Física para secundaristas – Eletromagnetismo e Óptica*. 2. ed. Porto Alegre: Instituto de Física – UFRGS, 1999.

MEIOS DE PROPAGAÇÃO

- ✦ Opaco:



Meio que não permite a passagem da luz.

Imagem 5

7

REFLEXÃO DA LUZ

- ✦ Como enxergamos?

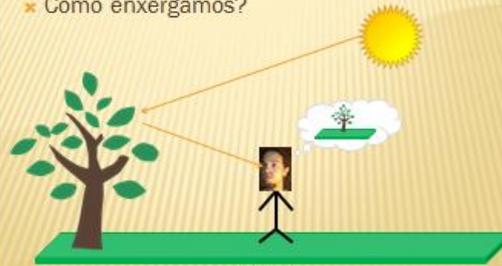


Imagem 6

8

REFLEXÃO DA LUZ

- ✦ Para que possamos ver um objeto ele precisa ser uma fonte de luz primária, ou ser iluminado, se transformando em uma fonte secundária.

9

REFLEXÃO DA LUZ

- ✦ Quando a luz incide em um material, ou ela é reemitida (sem mudar frequência), ou é absorvida por ele e o aquece.

10

REFLEXÃO DA LUZ

- ✦ Quando iluminamos uma árvore com luz do sol, os elétrons da árvore começam a oscilar com mais energia;
- ✦ Depois reemitem a luz que torna possível enxergar a árvore.

11

REFLEXÃO DA LUZ

- ✦ Dependendo do material, os elétrons tem mais facilidade de oscilar em algumas frequências do que em outras;
- ✦ Chamamos de frequência de ressonância, quando há uma máxima amplitude.

12

REFLEXÃO DA LUZ

- ✦ Nas frequências de ressonância, a luz é absorvida, em outras frequências é reemitida;
- ✦ Em objetos transparentes, a luz reemitida atravessa o objeto;
- ✦ Em objetos opacos a luz retorna de onde veio (REFLEXÃO)!!!

13

REFLEXÃO DA LUZ

- ✦ Um objeto vermelho absorve maior parte da luz visível e reflete o vermelho, por exemplo.

14

REFLEXÃO DA LUZ

- Tipos de reflexão:
 - Reflexão difusa:

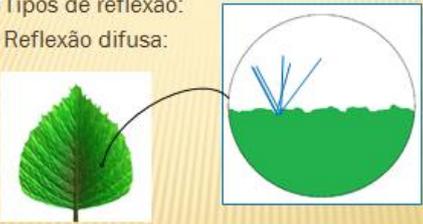


Imagem 7

REFLEXÃO DA LUZ

- Reflexão regular:

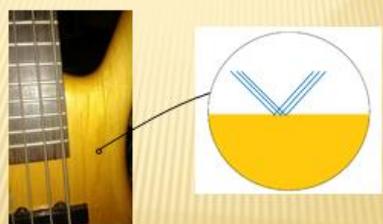


Imagem 8

REFLEXÃO DA LUZ

- Leis da reflexão:
 - O ângulo de incidência é sempre igual ao de reflexão;
 - O raio de luz incidente e o refletido pertencem ao mesmo plano.

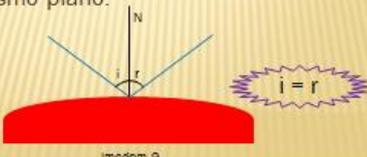


Imagem 9

ESPELHOS PLANOS

- Geralmente feitos de uma superfície metálica bem polida;
- Os mais comuns são os feitos com uma placa de vidro onde uma camada de prata ou alumínio é depositada em um dos lados;

ESPELHOS PLANOS



Imagem 10

ESPELHOS PLANOS

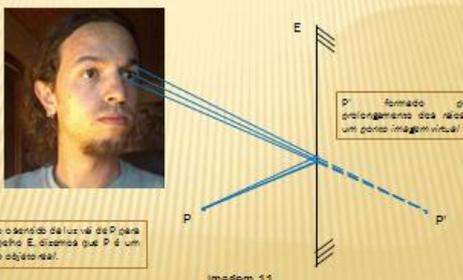


Imagem 11

ESPELHOS PLANOS

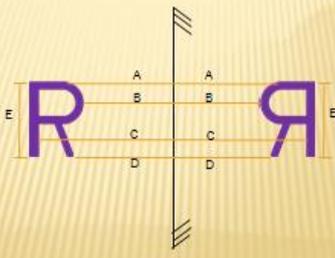
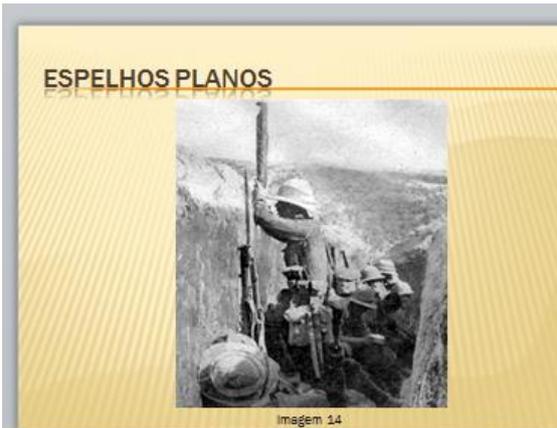


Imagem 12

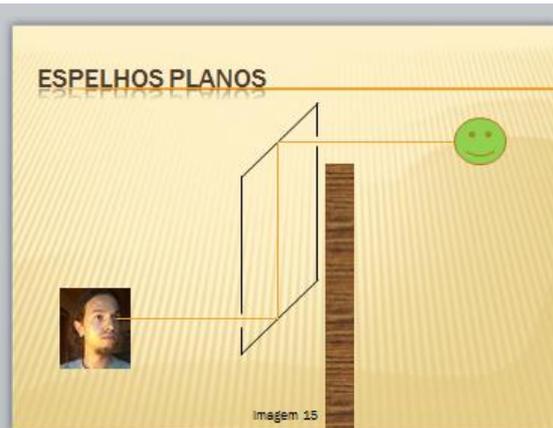
ESPELHOS PLANOS



Imagem 13



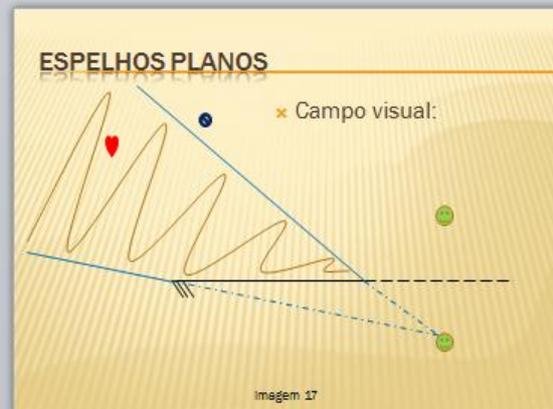
23



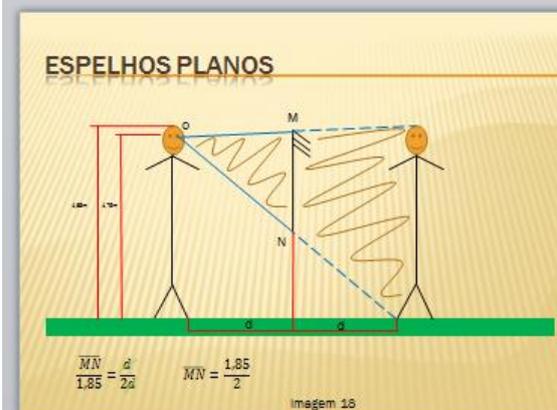
24



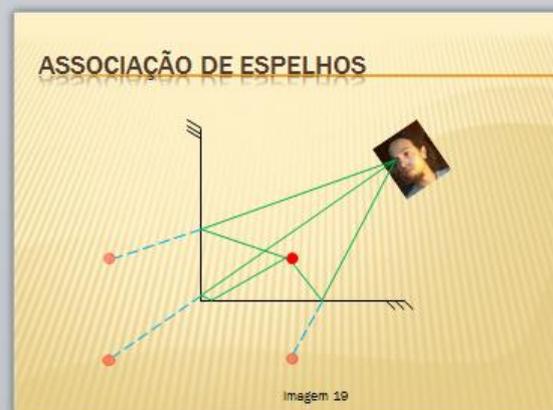
25



26



27



28



Referências das Imagens utilizadas:**Imagem 10:**

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/de/Michelangelo_Caravaggio_065.jpg/250px-Michelangelo_Caravaggio_065.jpg>.

Imagem 13: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/06/Buenos_Aires_-_Ambulancia_SAME_-_120227_160248.jpg>.

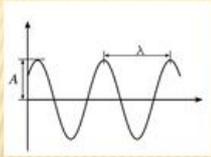
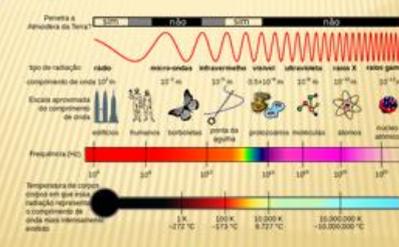
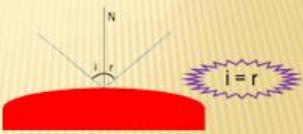
Imagem 14:

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2b/British_trench_periscope_Cape_Helles_1915.jpg>.

Todas as imagens acessadas em 17/09/2015.

Obs.: as demais imagens são de minha autoria.

Apêndice A.4 – Slides das Aulas 7 e 8⁴⁶

<p>TESTES COM PEER INSTRUCTION</p>	<p>REVISÃO</p> <p>✖ Luz - onda eletromagnética;</p> 
<p>1</p>	<p>2</p>
<p>REVISÃO</p> <p>✖ $v = \lambda f$</p>  <p>Imagem 2</p>	<p>REVISÃO</p>  <p>Fontes primárias - Luz própria;</p> <p>Fontes secundárias - Refletem a luz de outra fonte</p> <p>Imagem 3</p>
<p>3</p>	<p>4</p>
<p>REVISÃO</p> <p>✖ Princípios de propagação:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Retilínea; - Reversibilidade; - Independência dos raios.  <p>✖ Meios de propagação:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Transparente; - Translúcido; - Opaco. 	<p>REVISÃO</p> <p>✖ Reflexão:</p> <p>- Difusa:</p>  <p>- Regular:</p>  <p>$i = r$</p>
<p>5</p>	<p>6</p>

⁴⁶ Baseado em: HALLIDAY, RESNICK, WALKER. *Fundamentos da Física*, Vol. 4, 8ª Edição, LTC, 2009.
 GASPAR, A. *Compreendendo a Física*. São Paulo: Ed. Ática, v. 2, 2012.
 HEWITT, P. G. *Física conceitual*. 11. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

REVISÃO

✖ Espelhos:

☆

7

QUESTÃO 1

Em uma sala, inicialmente com a luz apagada, existem três objetos de cores distintas: um azul, um verde e um vermelho. Se a sala for iluminada com luz verde, de que cor, respectivamente, veremos esses objetos?

- a) Azul, verde e vermelho.
- b) Roxo, verde e marrom.
- c) Todos azuis.
- d) Branco, verde e branco.
- ✖ e) Preto, verde e preto.

☆

8

QUESTÃO 2

Uma câmara escura está com seu orifício voltado para o céu. A parede oposta do orifício é feita de papel vegetal translúcido. Um observador atrás da câmara, se olhasse diretamente para o céu veria a lua e duas estrelas conforme a seguinte imagem:

Olhando a imagem no papel vegetal, o observador veria a lua e as estrelas de que forma?

- (a)
- (b)
- ✖ (c)
- (d)
- (e)

☆

9

QUESTÃO 3

A imagem de um relógio na parede do fundo de uma sala de aula é vista pelos alunos através de um espelho colocado no lado oposto da sala. A imagem do relógio refletida pelo espelho marca 5h.

Se fizermos a leitura direto no relógio, que horário veremos marcar?

- a) 6h
- b) 10h
- ✖ c) 7h
- d) 9h
- e) 12h25min

☆

10

Aula 4

REFRAÇÃO

11

REFRAÇÃO

A luz se propaga em materiais diferentes com diferentes valores de rapidez!

12

REFRAÇÃO

Meio	Velocidade da luz (m/s)
Vácuo	300.000
Ar (20°C)	299.991
Água (20°C)	225.208
Álcool	220.588
Vidro	200.000
Diamante	123.967

Tabela 1

13

REFRAÇÃO

Asfalto

Areia

☆

14

REFRAÇÃO

O que altera a velocidade?



15

REFRAÇÃO



16

REFRAÇÃO



17

REFRAÇÃO

✦ O que causa este efeito?

Esse efeito acontece por causa do **índice de refração (n)**.

O índice de refração está relacionado a dois fatores:

- Natureza do meio: normalmente meios mais densos possuem índice de refração maior;
- Frequência da luz: um mesmo meio apresenta índices de refração diferentes para diferentes cores.



18

REFRAÇÃO

Índices de refração para o vidro

Cor	Índice de refração
Vermelho	1,514
Laranja	1,517
Amarelo	1,518
Verde	1,523
Azul	1,527
Ultravioleta	1,536

Tabela 2



19

REFRAÇÃO

$\frac{\text{Sen } (i)}{\text{Sen } (r)} = n_{21}$

índice de refração do meio 2 (água) em relação ao meio 1 (ar).

$\frac{\text{Sen } (i)}{\text{Sen } (r)} = \frac{V_1}{V_2}$

$\frac{V_1}{V_2} = n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$

Índice de refração relativo

Se a luz passa do vácuo ($n=1$) para outro meio, temos que o índice de refração desse meio vale:
 $n = \frac{c}{v}$



20

REFRAÇÃO



21

REFRAÇÃO



22

REFRAÇÃO

✦ A refração nunca acontece sozinha. Ao trocar de meio, a luz pode sofrer reflexão juntamente com a refração.

23

REFRAÇÃO

24

REFRAÇÃO

25

25

REFRAÇÃO

26

26

REFRAÇÃO

27

27

REFRAÇÃO

28

28

Referências das Imagens utilizadas:

Imagem 2:

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/36/Espectro_EM_pt.svg/2000px-Espectro_EM_pt.svg.png>.

Imagem 3: <<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/69/RGB.svg/2000px-RGB.svg.png>>;

Todas as imagens acessadas em 26/09/2015.

Obs.: as demais imagens são de minha autoria.

Tabelas:

Tabela 1: valores calculados a partir dos índices de refração disponíveis em https://en.wikipedia.org/wiki/Refractive_index. Acesso em 26/08/2015.

Tabela 2: disponível em - GASPAR, A. *Compreendendo a Física*. São Paulo: Ed. Ática, v. 2, 2012.

Apêndice A.5 – Slides das Aulas 9 e 10⁴⁷

DISPERSÃO E ESPALHAMENTO

1

O ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO

Imagem 1

2

REFRAÇÃO

Imagem 2

3

REFRAÇÃO

✘ Um mesmo meio material apresenta índices de refração diferentes para diferentes cores!

Índices de refração para o vidro

Cor	Índice de refração
Vermelho	1,514
Laranja	1,517
Amarelo	1,518
Verde	1,523
Azul	1,527
Ultravioleta	1,536

Tabela 1

4

DISPERSÃO

Imagem 3

5

DISPERSÃO

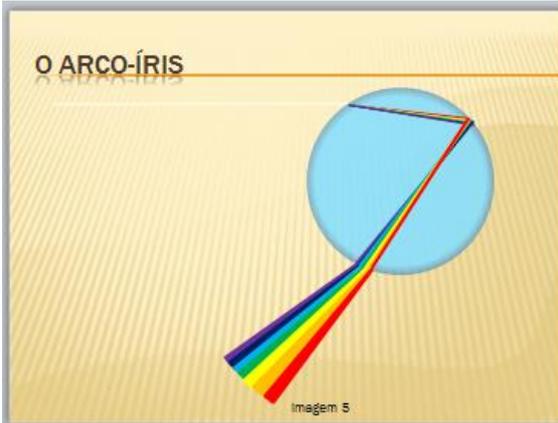
Imagem 4

6

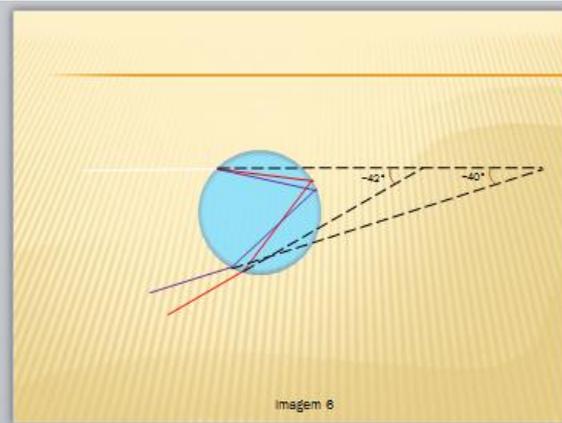
⁴⁷ Baseado em: HALLIDAY, RESNICK, WALKER. *Fundamentos da Física*, Vol. 4, 8ª Edição, LTC, 2009.

GASPAR, A. *Compreendendo a Física*. São Paulo: Ed. Ática, v. 2, 2012.

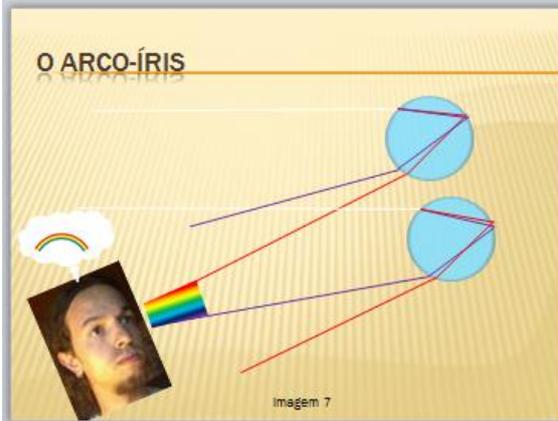
HEWITT, P. G. *Física conceitual*. 11. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.



☆ 7



☆ 8



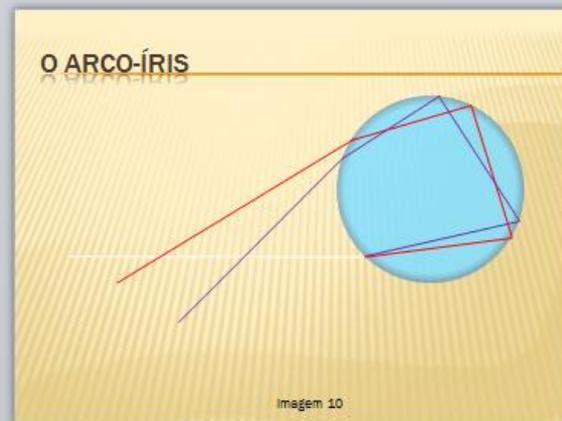
☆ 9



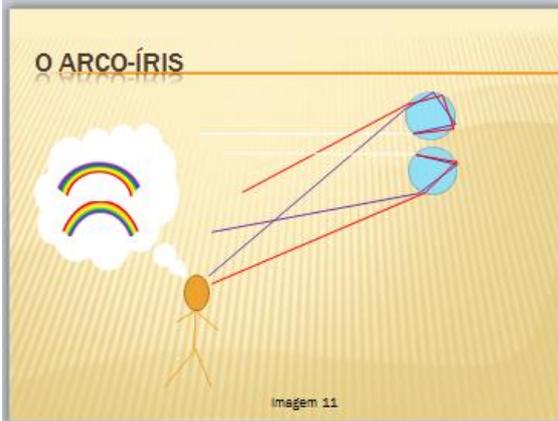
☆ 10



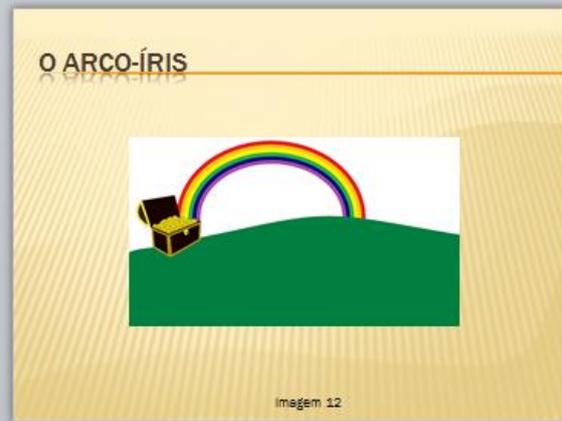
☆ 11



☆ 12



☆ 13



☆ 14



Imagem 13

15

HALOS



Imagem 14

16

POR QUE O CÉU É AZUL?

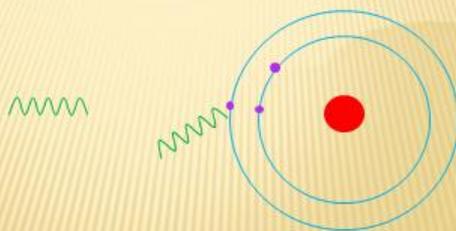


Imagem 15

17

POR QUE O CÉU É AZUL?

- ✘ Das frequências visíveis que formam a luz solar, o **violeta** é espalhado principalmente pelo nitrogênio e pelo oxigênio da atmosfera.
- ✘ **Azul**
- ✘ **Verde**
- ✘ **Amarelo**
- ✘ **Laranja**
- ✘ **Vermelho**

18

POR QUE O CÉU É AZUL?

- ✘ Embora o **violeta** seja a cor mais espalhada, nossos olhos são mais sensíveis ao **azul**.



Imagem 16

19

POR QUE O CÉU É AZUL?

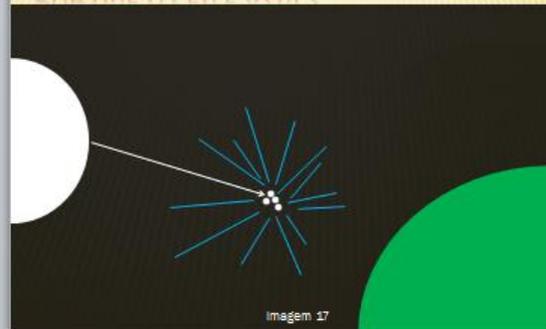


Imagem 17

20

A COR DO SOL

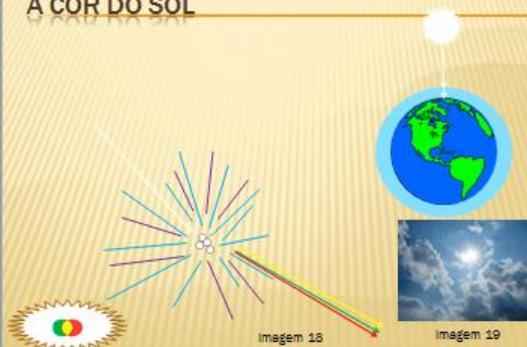


Imagem 18

Imagem 19

21

A COR DO SOL

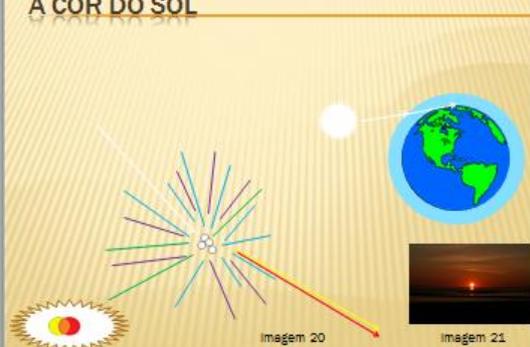
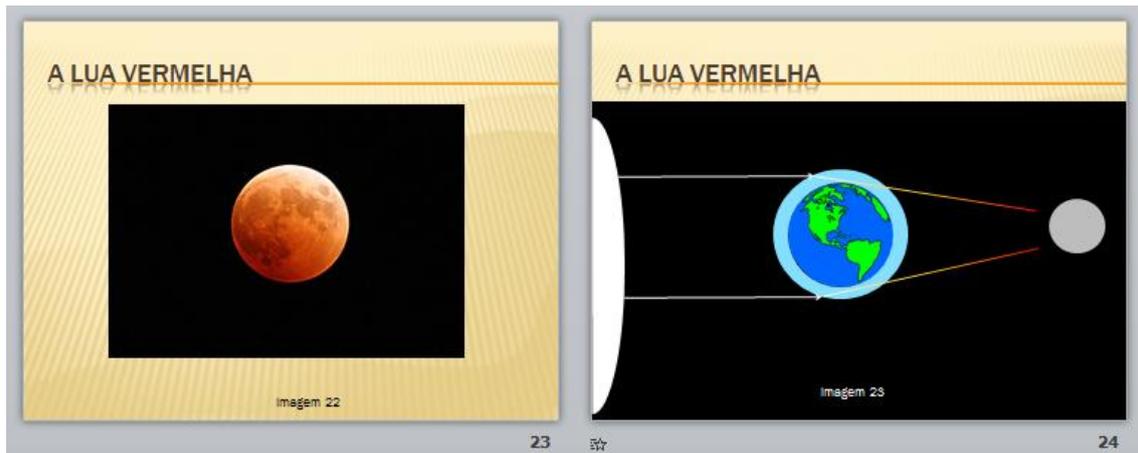


Imagem 20

Imagem 21

22



Referências das Imagens utilizadas:

Imagem 1: adaptada de

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/8d/Espectro_eletromagnetico-pt.svg/2000px-Espectro_eletromagnetico-pt.svg.png>.

Imagem 4: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/25/Arco_iris_Cuenca.jpg>.

Imagem 9: <https://pixabay.com/static/uploads/photo/2012/08/10/03/45/double-53920_640.jpg>.

Imagem 12: <<http://joaohenriquebf.com.br/bra291/wp-content/uploads/2014/08/Arco-Iris-Avi%C3%A3o-2k.jpg>>.

Imagem 13:

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/38/Circular_rainbow.jpg/270px-Circular_rainbow.jpg>.

Imagem 14:

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/af/Halo_Solar_a_17_grados_Celsius.JPG/1280px-Halo_Solar_a_17_grados_Celsius.JPG>.

Imagem 16: <http://www.torange-pt.com/photo/22/16/Um-c%C3%A9u-azul-1378730517_72.jpg>.

Imagem 19: <<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5c/Sun-in-the-sky.jpg>>.

Imagem 21: <https://pixabay.com/static/uploads/photo/2012/06/08/13/54/sunset-49564_640.jpg>.

Imagem 22: <https://pixabay.com/static/uploads/photo/2015/05/15/03/50/lunar-eclipse-767808_640.jpg>.

Todas as imagens acessadas em 01/10/2015.

Obs.: as demais imagens são de minha autoria.

Tabelas:

Tabela 1: disponível em - GASPAR, A. *Compreendendo a Física*. São Paulo: Ed. Ática, v. 2, 2012.

Apêndice A.6 – Slides das Aulas 11 e 12⁴⁸

TESTES CONCEITUAIS

REVISÃO

Refração: A luz se propaga em materiais diferentes com diferentes valores de rapidez!

REVISÃO

REVISÃO

REVISÃO

✦ Um mesmo meio material apresenta índices de refração diferentes para diferentes cores!

Índices de refração para o vidro

Cor	Índice de refração
Vermelho	1,514
Laranja	1,517
Amarelo	1,518
Verde	1,523
Azul	1,527
Ultravioleta	1,536

Tabela 1

REVISÃO

⁴⁸ Baseado em: VIEIRA, P. C.; MASSONI, N. T. *O Efeito Fotoelétrico e uma nova visão para a Luz*, (hipermídias), 2014. In: http://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/n32_Vieira/arquivos/4.htm. HALLIDAY, RESNICK, WALKER. *Fundamentos da Física*, Vol. 4, 8ª Edição, LTC, 2009.

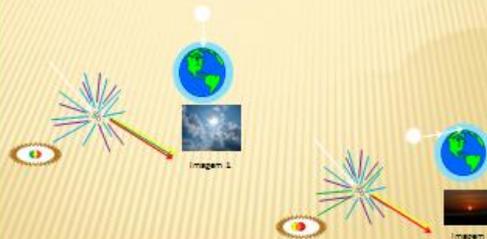
REVISÃO



☆

7

REVISÃO

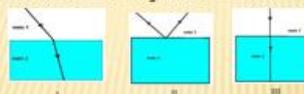


☆

8

TESTES

(UFMG) Nas figuras I, II e III, estão representados fenômenos físicos que podem ocorrer quando um feixe de luz incide na superfície de separação entre dois meios de índices de refração diferentes. Em cada uma delas, estão mostradas as trajetórias desses feixes.



Considerando-se essas informações, é correto afirmar que ocorre mudança no módulo de velocidade do feixe de luz apenas no(s) fenômeno(s) físico(s) representado(s) em:

- I
- II
- III
- I e II
- I e III

9

10

(FUCS) Um raio de luz monocromática atravessa três materiais distintos sobrepostos, como mostrado no esquema abaixo:



A partir desta representação, considerando os índices de refração absolutos (em relação ao vácuo, $n = 1$) desses materiais, é correto afirmar que:

- $n_1 > n_2 > n_3$
- $n_2 > n_1 > n_3$
- $n_3 > n_2 > n_1$
- $n_3 > n_1 > n_2$
- $n_1 > n_3 > n_2$

11

(FUMEST-SP) Suponha que exista um outro universo no qual há um planeta parecido com o nosso, com a diferença que a luz visível que o ilumina é monocromática. Um fenômeno óptico causado por essa luz, que não seria observado nesse planeta seria:

- a refração
- a reflexão
- a difração
- o arco-íris
- a sombra

12

EFEITO FOTOELÉTRICO

EFEITO FOTOELÉTRICO



Imagem 2

Heinrich Hertz (1857 - 1894) - Criou equipamentos que detectavam e emitiam ondas de rádio, demonstrando a existência de radiação eletromagnética.

Em alguns experimentos notou que o brilho de algumas faíscas melhorava o desempenho de um detector.

A luz emitida modificava o polo negativo do seu equipamento, feito de bronze.

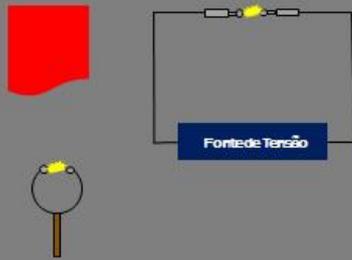
EFEITO FOTOELÉTRICO!

13

☆

14

EFEITO FOTOELÉTRICO

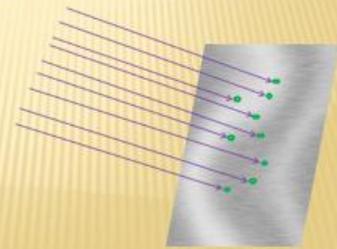


☆

15

EFEITO FOTOELÉTRICO

Efeito Fotoelétrico - Emissão de elétrons por um material (geralmente metálico), quando exposto a radiação eletromagnética



☆

16

EFEITO FOTOELÉTRICO



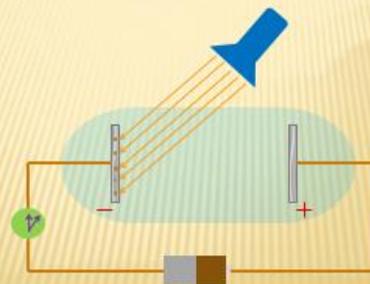
Imagem 4

Philipp Lenard (1862 - 1947) - Com a morte de Hertz, Lenard, que era seu auxiliar, continuou os seus estudos.

☆

17

EFEITO FOTOELÉTRICO



☆

18

EFEITO FOTOELÉTRICO

- ✦ Nem todos os tipos de luzes conseguem emitir elétrons;
- ✦ Os elétrons começavam a ser emitidos a partir de uma frequência específica;
- ✦ Aumentar a amplitude não dava início ao efeito;

☆

19

EFEITO FOTOELÉTRICO

Como explicar?

EFEITO FOTOELÉTRICO



Imagem 2

Max Planck (1858 - 1947)- Em 1900 propôs que a energia emitida pelos corpos através de ondas eletromagnéticas era quantizada.

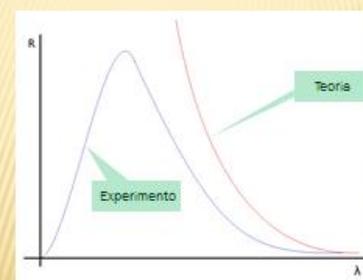
Essa energia podia ter apenas valores múltiplos de uma quantidade elemental (quantum).

Sua proposta resolveu o problema da emissão!

☆

21

EFEITO FOTOELÉTRICO



☆

22

EFEITO FOTOELÉTRICO

- ✘ Para Plank, a energia era emitida pelos corpos através de “pacotes” de energia (quanta);
- ✘ A energia de cada quantum depende da frequência;

☆

23

EFEITO FOTOELÉTRICO

$$E = nh\nu$$

Diagram illustrating the equation $E = nh\nu$ with arrows pointing to its components:

- Energia total emitida** (Energy total emitted) - points to E
- n = 0, 1, 2, 3... Número de quanta** (Number of quanta) - points to n
- Constante de Plank** (Planck constant) - points to h
- Frequência** (Frequency) - points to ν

☆

24

EFEITO FOTOELÉTRICO

The diagram shows two energy spectra:

- Energia Contínua** (Continuous Energy): A smooth, continuous spectrum of colors from violet to red.
- Energia Quantizada** (Quantized Energy): A spectrum consisting of discrete, vertical bars of varying heights, representing energy levels.

☆

25

EFEITO FOTOELÉTRICO

- ✘ A teoria de Plank explica porque nem todos os tipos de luzes conseguem arrancar elétrons:

The diagram illustrates light waves (represented by purple and red wavy lines) striking a metal surface. Green dots represent electrons being ejected from the surface.

☆

26

EFEITO FOTOELÉTRICO

The top part shows a color spectrum labeled "Espectro visível pelo olho humano (Luz)" with wavelength markers from 400 nm to 700 nm. The bottom part is a detailed chart of the electromagnetic spectrum with various regions and their corresponding wavelengths and frequencies.

☆

27

EFEITO FOTOELÉTRICO

- ✘ Ainda havia um problema!
- ✘ Mesmo que a luz de baixa frequência não consiga ejetar elétrons instantaneamente, porque a energia não ia se acumulando até conseguir ejetá-los? (o que se explicaria pela teoria ondulatória)

☆

28

EFEITO FOTOELÉTRICO

- ✘ A teoria ondulatória estava errada?
- ✘ A luz não era uma onda?

☆

29

EFEITO FOTOELÉTRICO

Albert Einstein (1879 - 1955) - em 1905, usou a ideia de Plank para descrever a natureza da luz.

Para Einstein toda a energia dispersa no espaço poderia ser explicada por quanta.

As ondas eletromagnéticas também seriam “pacotes” de energia. Os corpúsculos de luz (fótons).

Cada foton teria uma energia característica:

$$E = h\nu$$

Luz com caráter corpuscular!!

☆

30



Referências das Imagens utilizadas:

Imagem 1: <<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5c/Sun-in-the-sky.jpg>>.

Imagem 2: <https://pixabay.com/static/uploads/photo/2012/06/08/13/54/sunset-49564_640.jpg>.

Imagem 3: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Heinrich_Hertz#/media/File:Heinrich_Hertz.jpg>.

Imagem 4: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Philipp_Lenard#/media/File:Lenard.jpg>

Imagem 5: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Max_Planck#/media/File:Max_Planck_1933.jpg>.

Imagem 6: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Espectro_visível#/media/File:Espectro_eletromagnetico-pt.svg>.

Imagem 7:

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Albert_Einstein#/media/File:Einstein_1921_by_F_Schmutzer_-_restoration.jpg>.

Tabela 1: disponível em - GASPAR, A. *Compreendendo a Física*. São Paulo: Ed. Ática, v. 2, 2012.

Todas as imagens acessadas em 07/10/2015.

Obs.: as demais imagens são de minha autoria.

Apêndice B.1 – Texto de Apoio (Aulas 1 e 2)

Evolução Histórica e Epistemológica do Conceito de Luz⁴⁹

Para **Platão** (428 a.C. – 384 a.C.), a luz era formada por partículas emitidas por nossos olhos, que, ao atingirem os objetos, os tornavam visíveis.

Aristóteles (384 a.C. – 322 a.C.) considerava a luz um fluido que, através de ondas, vinha dos objetos e chegava aos nossos olhos.

É onda, ou é Partícula?

Para explicar o fenômeno da refração, **Descartes** (1596 – 1650) usou uma teoria onde a luz, formada por partículas, viajava num meio material chamado éter, que preenchia todo o espaço.

Segundo Descartes, as partículas de luz tinham sua velocidade alterada ao mudar de meio, sofrendo um desvio.

Quanto mais denso o meio, maior a velocidade.

Fermat (1601-1665), concluiu o contrário. Num meio mais denso, a luz viajaria mais devagar. Fermat considerava a luz como onda.

Isaac Newton (1642 – 1727) partilhava da mesma ideia de Descartes, defendendo a luz formada por partículas.

Segundo Newton, as partículas de luz, quando unidas, formavam a luz

branca. Na concepção de Newton as partículas eram diferentes e, ao sofrer dupla refração, cada partícula teria uma velocidade diferente, sofrendo diferentes desvios e seguindo caminhos diferentes.

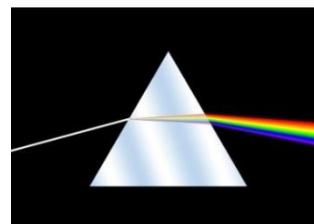


Imagem 1

Francesco Grimaldi (1618 – 1663) – Teve um livro publicado postumamente, onde descrevia um efeito que chamou de difração.

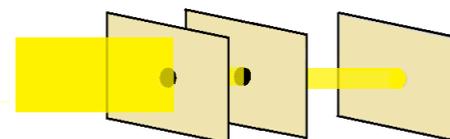


Imagem 2



Imagem 3

O experimento descrito por Grimaldi possibilitou a existência de outra teoria, a ondulatória, defendida por **Robert Hooke** (1635 – 1703), que propunha que a luz era formada por vibrações se propagando com altas velocidades.

Huygens (1629 – 1695) aperfeiçoou o conceito de Hooke, dizendo que a luz era uma onda longitudinal.

⁴⁹ Baseado em: VIEIRA, P. C.; MASSONI, N. T. *Óptica: Origens e Conceitos*, (hipermídias), 2014. In: http://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/n32_Vieira/arquivos/4.htm.

Thomas Young (1773 - 1829) – Observava interferência (fenômeno típico de ondas que podem se superpor) quando pulsos de ondas atravessavam duas fendas em um anteparo.

A teoria de Newton foi perdendo força, mas a teoria ondulatória ainda não era bem aceita por causa de um problema: o meio de propagação.

James Clerk Maxwell (1831 – 1879) – Demonstrou que a luz se tratava de uma onda eletromagnética, unificando óptica com eletricidade e magnetismo.

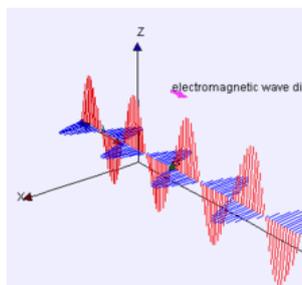


Imagem 4

Maxwell desenvolveu sua teoria baseado na existência do éter, mas ao final de seus cálculos admitiu que esta forma de matéria não deveria existir.

O físico alemão Albert **Michelson** (1852 – 1931) e o químico americano Edward Willian **Morley** (1838 – 1923), desenvolveram um experimento para detectar o éter.

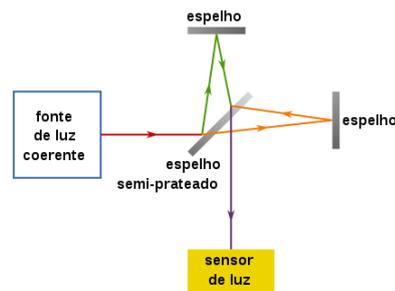


Imagem 5

Não detectado!

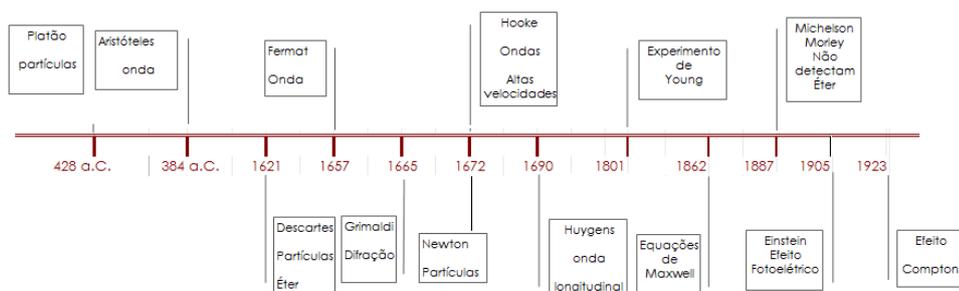
Como seria onda se não havia meio para se propagar?

Foi então que no final do século XIX entrou-se em consenso de que a luz é uma onda eletromagnética e que não precisa de meio para se propagar.

Mas...

Ainda no final do século XIX, **Einstein** (1879 – 1955), para explicar o Efeito Fotoelétrico (quando a luz consegue arrancar elétrons de uma placa), propôs que a luz fosse constituída de pequenos pacotes de energia, os fótons.

Arthur Compton (1892 – 1962) confirmou a proposta de Einstein ao demonstrar que quando um fóton colide com um elétron, ambos se comportam como corpos materiais.



Referências das imagens utilizadas no texto:**Imagem 1:**

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Prisma_%28%C3%B3ptica%29#/media/File:Dispersion_prism.jpg>.

Imagem 4:

<https://en.wikipedia.org/wiki/Electromagnetic_radiation#/media/File:Electromagneticwave3D.gif>.

Imagem 5: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Experi%C3%Aancia_de_Michelson-Morley#/media/File:AetherWind.svg>.

Todas as imagens acessadas em 01/09/2015.

Obs.: as demais imagens são de minha autoria.

Apêndice B.2 – Texto de Apoio (Aulas 3 e 4)

Caráter Ondulatório da Luz, Cores e Propagação⁵⁰

O que é uma onda:

Em Física, chamamos de onda algo que se movimenta pelo espaço, periodicamente, sem que, a rigor, haja deslocamento de matéria.

Propriedades das ondas:

Comprimento (λ) - distância entre valores repetidos em um padrão (medido em metros);

Amplitude (A) - distância de uma crista ou de um vale ao nível de equilíbrio (medida em metros);

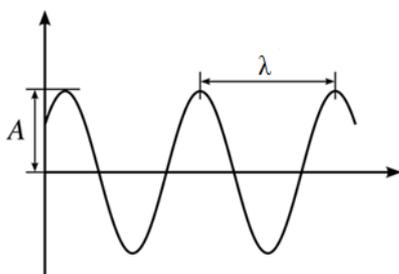


Imagem 1

Frequência (f) - número de oscilações em um determinado intervalo de tempo (medida em Hertz);

Período (T) - intervalo de tempo para que ocorra uma oscilação completa (medido em segundos). $T = \frac{1}{f}$

Velocidade (v) - sabemos que o comprimento da onda (λ), é a distância entre duas “repetições” e que o período é o tempo que leva para que ocorra essa repetição.

$$\text{Logo: } v = \frac{\lambda}{T} \text{ ou } v = \lambda f$$

A luz, como uma onda eletromagnética, também apresenta tais características já descritas e sua velocidade, no vácuo, é sempre a mesma:

$$v = c = 299792458 \cong 300.000 \text{ km/s}$$

A luz que podemos enxergar corresponde a uma faixa muito pequena de comprimentos de onda no espectro eletromagnético, variando de aproximadamente 400nm até 700nm.

Como vemos as cores:

Denominam-se cores primárias, em termos de luz, o vermelho, o verde e o azul (RGB) e, partindo dessas cores, podemos obter quaisquer outras que desejarmos.

A cor de um objeto depende da cor que ele reflete. Por exemplo: se enxergamos um objeto verde, significa que, quando iluminado, ele reflete o verde e absorve todas as outras cores.

⁵⁰ Baseado em: HALLIDAY, RESNICK, WALKER. *Fundamentos da Física*, Vol. 4, 8ª Edição, LTC, 2009.

GASPAR, A. *Compreendendo a Física*. São Paulo: Ed. Ática, v. 2, 2012.

HEWITT, P. G. *Física conceitual*. 11. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011

AXT, R. ; ALVES, M. V. *Física para secundaristas – Eletromagnetismo e Óptica*. 2. ed. Porto Alegre: Instituto de Física – UFRGS, 1999.

Para pigmentos, como os usados em uma impressora, por exemplo, o modelo RGB não é válido. Em pigmentos as cores primárias são o ciano, o amarelo e o magenta.

Fontes de luz:

Para que possamos enxergar os objetos precisamos de uma fonte para iluminá-lo. As fontes de luz podem ser divididas em dois tipos:

Fontes primárias – Também chamadas de corpos luminosos, são corpos que emitem radiação eletromagnética visível, como o sol, a chama de uma vela e uma lâmpada acesa.

Fontes secundárias – Também chamadas de corpos iluminados, são corpos que refletem a luz vinda de uma fonte primária, ou seja, todos os objetos não luminosos.

Propagação da luz:

Podemos descrever a propagação da luz através de três princípios, são eles:

Princípio da reversibilidade: a trajetória dos raios não depende do sentido de propagação.

Princípio da independência dos raios de luz: cada raio de luz se propaga independentemente dos demais.

Princípio da propagação retilínea: em meios homogêneos a luz se propaga em linha reta.

Meios de propagação:

Transparentes: permite que a luz se propague regularmente,

permitindo uma visão nítida através deles.

Exemplos: vidro e papel celofane.

Translúcidos: a luz se propaga de maneira irregular, não podendo um observador enxergar nitidamente através destes meios.

Exemplo: papel vegetal e papel de seda.

Opacos: a luz não se propaga.

Exemplos: madeira, tijolo e aço.

Referências:

HALLIDAY, RESNICK, WALKER.
Fundamentos da Física, Vol. 4, 8ª Edição, LTC, 2009.

GASPAR, A. *Compreendendo a Física*. São Paulo: Ed. Ática, v. 2, 2012.

HEWITT, P. G. *Física conceitual*. 11. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

AXT, R. ; ALVES, M. V. *Física para secundaristas – Eletromagnetismo e Óptica*. 2. ed. Porto Alegre: Instituto de Física – UFRGS, 1999.

Apêndice B.3 – Texto de Apoio (Aulas 5 e 6)

Propagação da Luz, Reflexão e Espelhos Planos⁵¹

Meios de propagação

A luz propaga-se não somente no vácuo, mas também em outros meios. Ao tentar atravessar materiais como a água, o vidro, a madeira, um tijolo a luz comporta-se de maneira diferente. Alguns desses meios impedem que os raios de luz passem. Por isso os meios são classificados com diferentes denominações.

Meio transparente: permite a passagem regular da luz. O objeto é visto com nitidez. Exemplo: vidro.

Meio translúcido: a luz é transmitida de forma irregular. A imagem não fica nítida. Exemplo: papel vegetal.

Meio opaco: não permite a passagem da luz. Exemplo: madeira, ferro e tijolo.

Reflexão da luz

Para que possamos ver um objeto ele precisa ser uma fonte de luz primária, ou ser iluminado, transformando-se em uma fonte secundária. Quando a luz incide em um material, ou ela é reemitida (sem mudar frequência), ou é absorvida por ele e aquece-o. Quando a luz do sol ilumina uma árvore, os elétrons da árvore começam a oscilar com mais energia, depois reemitem essa energia em forma

de luz que torna possível enxergarmos a árvore.

Dependendo do material, os elétrons tem mais facilidade de oscilar em algumas frequências do que em outras. Chamamos de frequência de ressonância, quando há uma máxima amplitude. Quando um objeto é iluminado, ele absorve a frequência de ressonância e reemite as outras frequências. Em objetos transparentes, as frequências reemitidas atravessam o objeto, com velocidade diferente, dependendo da densidade do meio. Já nos objetos opacos essas frequências voltam ao meio de onde vierem. Tal efeito é chamado de reflexão.

Tipos de reflexão:

Difusa: devido às irregularidades da superfície, os raios refletidos se propagam e várias direções.

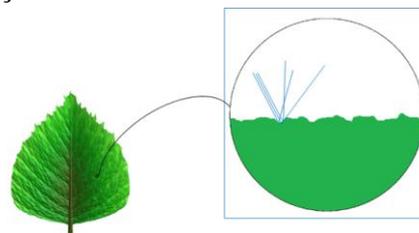


Imagem 1

Regular: os raios refletidos ficam paralelos uns aos outros.

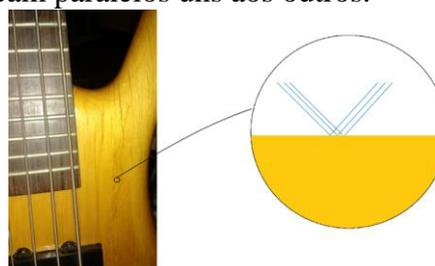


Imagem 2

⁵¹ Baseado em: HALLIDAY, RESNICK, WALKER. *Fundamentos da Física*, Vol. 4, 8ª Edição, LTC, 2009.

GASPAR, A. *Compreendendo a Física*. São Paulo: Ed. Ática, v. 2, 2012.

HEWITT, P. G. *Física conceitual*. 11. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011

Leis de reflexão

O ângulo de incidência é sempre igual ao de reflexão, em relação a uma linha imaginária chamada normal (N);

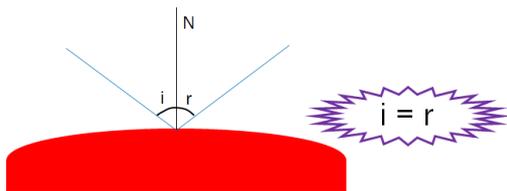


Imagem 3

O raio de luz incidente e o refletido pertencem ao mesmo plano.

Espelhos Planos

Geralmente são feitos de uma superfície metálica bem polida. Os mais comuns são feitos com uma placa de vidro onde uma camada de prata ou alumínio é depositada em um dos lados.

- A imagem refletida tem o mesmo tamanho do objeto e está a mesma distância;
- Formam imagens virtuais (prolongamento dos raios).

Campo visual: toda região que um observador consegue ver por reflexão.

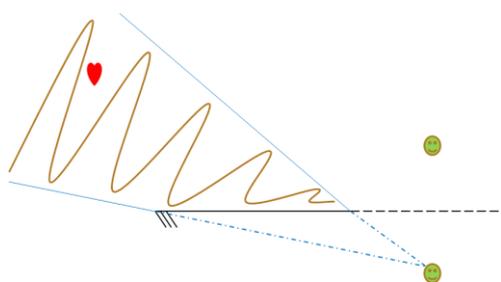


Imagem 4

Associação de espelhos planos:

$$N = \frac{360}{\alpha} - 1$$

Onde:

N é o número de imagens;

α é o ângulo entre os espelhos.

Referências:

HALLIDAY, RESNICK, WALKER.
Fundamentos da Física, Vol. 4, 8ª Edição, LTC, 2009.

GASPAR, A. *Compreendendo a Física*. São Paulo: Ed. Ática, v. 2, 2012.

HEWITT, P. G. *Física conceitual*. 11. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011

Obs.: Todas as imagens são de minha autoria.

Apêndice B.4 – Texto de Apoio (Aulas 7 e 8)

Refração da Luz⁵²

A luz propaga-se em diferentes meios e, como já vimos, esses são chamados meios transparentes.

Ao passar de um meio para outro, a luz tem seu comprimento de onda e sua velocidade alterados. Chamamos este fenômeno de *refração*.

Vejamos na Tabela 1 algumas velocidades de propagação da luz em diferentes meios.

Meio	Velocidade da luz (km/s)
Vácuo	300.000
Ar (20°C)	299.991
Água (20°C)	225.208
Álcool	220.588
Vidro	200.000
Diamante	123.967

Tabela 1

A mudança de velocidade implica em um desvio na direção de propagação de um raio luminoso caso este esteja incidindo obliquamente em uma superfície, como se pode ver na Figura 1.

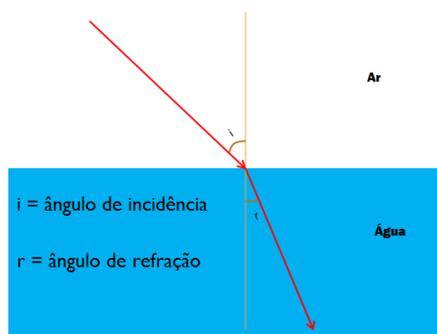


Figura 1

A refração ocorre porque cada material apresenta diferentes *índices de refração*.

O índice de refração é representado pela letra “n” e está relacionado a dois fatores:

- *Natureza do meio*: normalmente meios mais densos possuem índice de refração maior;
- *Frequência da luz*: um mesmo meio apresenta índices de refração diferentes para diferentes cores.
- O índice de refração é a grandeza adimensional (não vem acompanhado de unidades) que relaciona a velocidade da luz em dois meios.
- Se tivermos dois meios como a água e o ar, por exemplo, o índice de refração é dado por:
- $n_{21} = \frac{V_1}{V_2}$ Onde: V_1 e V_2 são as velocidades da luz no ar e na água, respectivamente e n_{21} é chamado de *índice de refração relativo*.
- Se a luz inicialmente está no vácuo e muda de meio, temos o chamado *índice de refração absoluto*:
- $n = \frac{c}{v}$

Onde: “c” é a velocidade da luz no vácuo e “v” é a velocidade da luz no meio material.

Reflexão Total: o fenômeno de refração normalmente não acontece de forma isolada, uma parte da luz sempre

⁵² Baseado em: HALLIDAY, RESNICK, WALKER. *Fundamentos da Física*, Vol. 4, 8ª Edição, LTC, 2009.

GASPAR, A. *Compreendendo a Física*. São Paulo: Ed. Ática, v. 2, 2012.

HEWITT, P. G. *Física conceitual*. 11. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011

é refletida. Quando a luz se propaga de um meio de índice de refração n_1 para um meio de índice de refração n_2 , em que $n_1 > n_2$ para valores maiores de determinado ângulo, chamado de ângulo crítico, a luz deixa de se refratar e sofre apenas reflexão. Este fenômeno é chamado de *reflexão total*. Uma aplicação tecnológica importante deste efeito é usada para fabricação de fibras ópticas.

Miragens: são fenômenos em que, em dias muito quentes, parece

haver poças de água no asfalto, ou até mesmo os carros parecem refletidos no chão; isto acontece devido à mudança gradual do índice de refração no ar por causa da variação de temperatura. Quanto mais quente o ar, menor o índice de refração, assim os raios de luz vão sendo desviados como mostra a Figura 2, podendo ocorrer reflexão total, dando-nos a sensação de que os carros estão projetados no asfalto ou há água na pista (reflexo do céu).

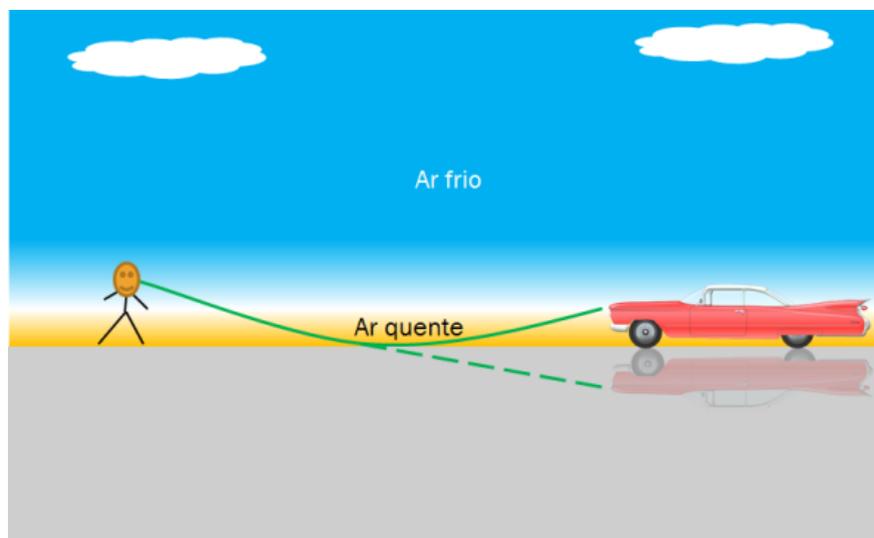


Figura 2

Referências:

HALLIDAY, RESNICK, WALKER. *Fundamentos da Física*, Vol. 4, 8ª Edição, LTC, 2009.

GASPAR, A. *Compreendendo a Física*. São Paulo: Ed. Ática, v. 2, 2012.

HEWITT, P. G. *Física conceitual*. 11. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011

Obs.: Todas as imagens são de minha autoria.

Tabela 1: valores calculados a partir dos índices de refração disponíveis em <https://en.wikipedia.org/wiki/Refractive_index>. Acesso em 26/08/2015.

Apêndice B.5 – Texto de Apoio (Aulas 9 e 10)

Dispersão e Espalhamento⁵³

Como já vimos em aulas anteriores, o índice de refração (n), depende, além da natureza do meio de propagação, também velocidade da luz no meio, que por sua vez está associada à frequência (lembrando que o azul tem maior frequência que o vermelho).

Na tabela abaixo podemos ver que para diferentes cores (frequências) da luz no mesmo meio, o vidro, temos diferentes índices de refração.

Cor	Índice de refração
Vermelho	1,514
Laranja	1,517
Amarelo	1,518
Verde	1,523
Azul	1,527
Ultravioleta	1,536

Tabela 1

Em decorrência dessas pequenas diferenças no índice de refração, vemos que, quando incidimos luz branca obliquamente em uma superfície transparente, cores diferentes têm suas velocidades alteradas de forma diferente e, portanto, sofrem desvios diferentes. Tal efeito é chamado de dispersão cromática.

A dispersão é facilmente visualizada quando utilizamos um prisma (Figura 1).

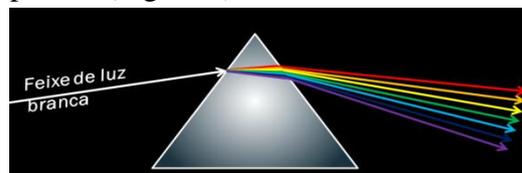


Figura 1

Na natureza, o efeito de dispersão é responsável pela formação do arco-íris.

A luz branca do sol refrata nas gotículas de chuva decompondo-se nas cores do espectro visível (figura 2)

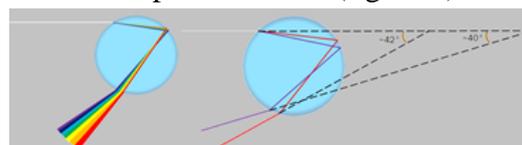


Figura 2

Por que o Céu é azul?

Algumas frequências da luz branca que chegam do sol, como o violeta e o azul, ao colidirem com moléculas de gases como o nitrogênio e o oxigênio da atmosfera terrestre, são absorvidas e reemitidas (espalhadas em todas as direções). As cores como o vermelho e o laranja são pouco espalhadas e conseguem atravessar a atmosfera sem que possamos vê-las. O violeta sofre maior espalhamento, mas nossos olhos não são muito sensíveis ao violeta. Assim, a luz azul espalhada é a que predominantemente enxergamos.

⁵³ Baseado em: HALLIDAY, RESNICK, WALKER. *Fundamentos da Física*, Vol. 4, 8ª Edição, LTC, 2009.

GASPAR, A. *Compreendendo a Física*. São Paulo: Ed. Ática, v. 2, 2012.

HEWITT, P. G. *Física conceitual*. 11. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011

A lua vermelha em alguns eclipses

Apesar de não termos conseguido visualizar em Porto Alegre o eclipse lunar do dia 27/09, sabe-se que, em lugares onde a observação foi possível, que a luz apresentou um tom avermelhado durante o fenômeno.

A cor avermelhada ocorre porque os raios de luz vindos do sol, ao passarem pela atmosfera terrestre, são refratados e a maioria das frequências do espectro visível são espalhadas, mas o vermelho e outras frequências mais próximas conseguem se propagar (como já vimos, são pouco espalhadas) incidindo na lua e dando-a o tom avermelhado. É importante salientar que tal efeito ocorre somente quando a lua está bem próxima da terra.

Referências:

HALLIDAY, RESNICK, WALKER. *Fundamentos da Física*, Vol. 4, 8ª Edição, LTC, 2009.

GASPAR, A. *Compreendendo a Física*. São Paulo: Ed. Ática, v. 2, 2012.

HEWITT, P. G. *Física conceitual*. 11. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011

Obs.: Todas as imagens são de minha autoria.

Tabela 1: disponível em - GASPAR, A. *Compreendendo a Física*. São Paulo: Ed. Ática, v. 2, 2012.

Apêndice B.6 – Texto de Apoio (Aulas 9 e 10)

Efeito Fotoelétrico⁵⁴

Em 1887, quando desenvolvia suas pesquisas para geração e detecção de ondas eletromagnéticas, Hertz percebeu que o brilho de algumas faíscas do transmissor. Um efeito secundário no seu experimento tornava seu detector mais sensível.

Com a morte de Hertz, o seu auxiliar, Phillip Lenard, continuou as pesquisas utilizando como dispositivo experimental placas de diferentes metais polidos colocados no interior de ampolas de vácuo.

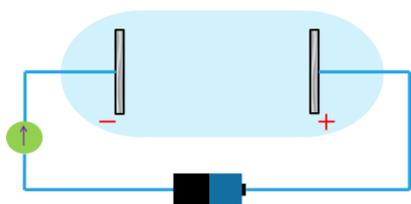


Figura 1: aparato experimental utilizado por Lennard.

Ao incidir luz no terminal positivo, pode liberar elétrons, que são atraídos pelo polo positivo. Quando ocorre a emissão, o movimento dos elétrons é detectado pela passagem da corrente elétrica registrada por um amperímetro.

- Havia um valor limiar de frequência para que o efeito ocorresse;
- para determinada frequência, o número de elétrons emitidos pela placa

iluminada é proporcional à intensidade da luz incidente na placa;

- a energia cinética dos elétrons liberados pela placa é proporcional a frequência da radiação, não depende da intensidade;
- luzes de baixas frequências não liberavam elétrons mesmo depois de algum tempo, ou seja, a energia não era acumulada.

Em 1900, Planck sugeriu que a energia emitida em forma de radiação pelos corpos aquecidos não poderia ser considerada uma quantidade infinitamente divisível. Essa energia podia ter apenas valores múltiplos de uma quantidade elementar que Planck chamou de “pacotes” de energia (quanta) e dependeria da frequência da radiação.

$$E = nh\nu$$

Onde:

E – Energia total emitida;

n = (0, 1, 2, 3...) – número de quanta;

h = $6,63 \times 10^{-34} \text{ Js}$;

ν – frequência.

Os estudos de Planck explicavam a existência de um limiar de frequência. Quanto mais alta a frequência, maior a energia de uma onda.

Ainda havia um problema. Quando se incidia luz de baixa frequência em um metal, além de não ejetar elétrons imediatamente, o metal não conseguia acumular energia para ejetar os elétrons posteriormente, o que era aceitável para uma onda eletromagnética.

⁵⁴ Baseado em: GASPAR, A. *Compreendendo a física*. 1. ed. São Paulo: Ática, 2012. HALLIDAY, RESNICK, WALKER. *Fundamentos da Física*, Vol. 4, 8ª Edição, LTC, 2009.

Ou a teoria ondulatória estava errada, ou a propagação eletromagnética não era um fenômeno ondulatório.

Em 1905, Einstein fez uso da ideia de Planck para descrever a natureza da luz. Para ele toda a energia dispersa no espaço poderia ser explicada por quanta. As ondas eletromagnéticas também seriam “pacotes” de energia. Os corpúsculos de luz (fótons). Cada foton teria uma energia característica: $E = h\nu$.

No efeito fotoelétrico cada fóton que penetra na superfície metálica transfere sua energia para um único elétron, se a energia for suficiente, o elétron escapa imediatamente, caso contrário, fica no metal. Essa interpretação explica porque a energia não se acumula até ejetar um elétron.

Alguns fenômenos, como o efeito fotoelétrico são explicados pelo caráter corpuscular (partícula). Outros fenômenos, como difração e interferência são explicados pela teoria ondulatória. Não podemos dizer se a luz é onda ou partícula, ela pode apresentar os dois comportamentos.

Dualidade Onda-Partícula!

Referências:

GASPAR, A. *Compreendendo a física*. 1. ed. São Paulo: Ática, 2012.

HALLIDAY, RESNICK, WALKER. *Fundamentos da Física*, Vol. 4, 8ª Edição, LTC, 2009.

Obs.: Todas as imagens são de minha autoria.

Apêndice C.1 – Testes Conceituais (Aulas 7 e 8)

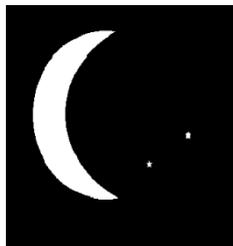
Questão 1

Em uma sala, inicialmente com a luz apagada, existem três objetos de cores distintas: um azul, um verde e um vermelho. Se a sala for iluminada com luz verde, de que cor, respectivamente, veremos esses objetos?

- a) Azul, verde e vermelho.
- b) Roxo, verde e marrom.
- c) Todos azuis.
- d) Branco, verde e branco.
- e) Preto, verde e preto

Questão 2

Uma câmara escura está com seu orifício voltado para o céu. A parede oposta do orifício é feita de papel vegetal translúcido. Um observador atrás da câmara, se olhasse diretamente para o céu veria a lua e duas estrelas conforme a seguinte imagem:

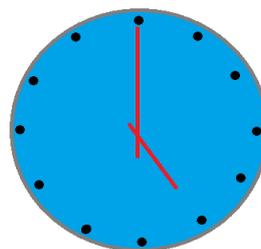


Olhando a imagem no papel vegetal, o observador veria a lua e as estrelas de que forma?



Questão 3

A imagem de um relógio na parede do fundo de uma sala de aula é vista pelos alunos através de um espelho colocado no lado oposto da sala. A imagem do relógio refletida pelo espelho marca 5h.



Se fizermos a leitura direto no relógio, que horário veremos marcar?

- a) 6h
- b) 10h
- c) 7h
- d) 9h
- e) 12h25min

Respostas:

Questão 1: e

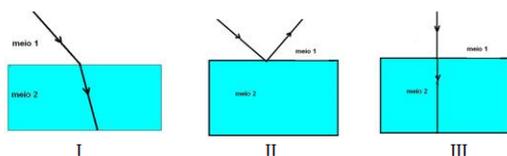
Questão 2: c

Questão 3: c

Apêndice C.2 – Testes Conceituais (Aulas 11 e 12)

Questão 1

(UFMG) Nas figuras I, II e III, estão representados fenômenos físicos que podem ocorrer quando um feixe de luz incide na superfície de separação entre dois meios de índices de refração diferentes. Em cada uma delas, estão mostradas as trajetórias desses feixes.

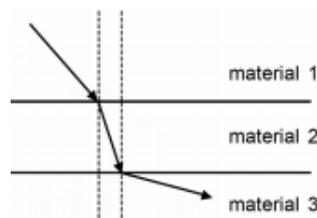


Considerando-se essas informações, é correto afirmar que ocorre mudança no módulo da velocidade do feixe de luz apenas no(s) fenômeno(s) físico(s) representado(s) em:

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

Questão 2

(PUCRS) Um raio de luz monocromática atravessa três materiais distintos sobrepostos, como mostrado no esquema abaixo:



A partir desta representação, considerando os índices de refração absolutos (em relação ao vácuo, $n = 1$) desses materiais, é correto afirmar que:

- a) $n_1 > n_2 > n_3$
- b) $n_2 > n_1 > n_3$
- c) $n_3 > n_2 > n_1$
- d) $n_3 > n_1 > n_2$
- e) $n_1 > n_3 > n_2$

Questão 3

(FUVEST-SP) Suponha que exista um outro universo no qual há um planeta parecido com o nosso, com a diferença que a luz visível que o ilumina é monocromática. Um fenômeno óptico causado por essa luz, que não seria observado nesse planeta seria:

- a) a refração
- b) a reflexão
- c) a difração
- d) o arco-íris
- e) a sombra

Respostas

Questão 1: e

Questão 2: b

Questão 3: d

Apêndice D.1 – Trabalho 1 – Entregue nas aulas 7 e 8⁵⁵

Trabalho 1

Aluno(a): _____

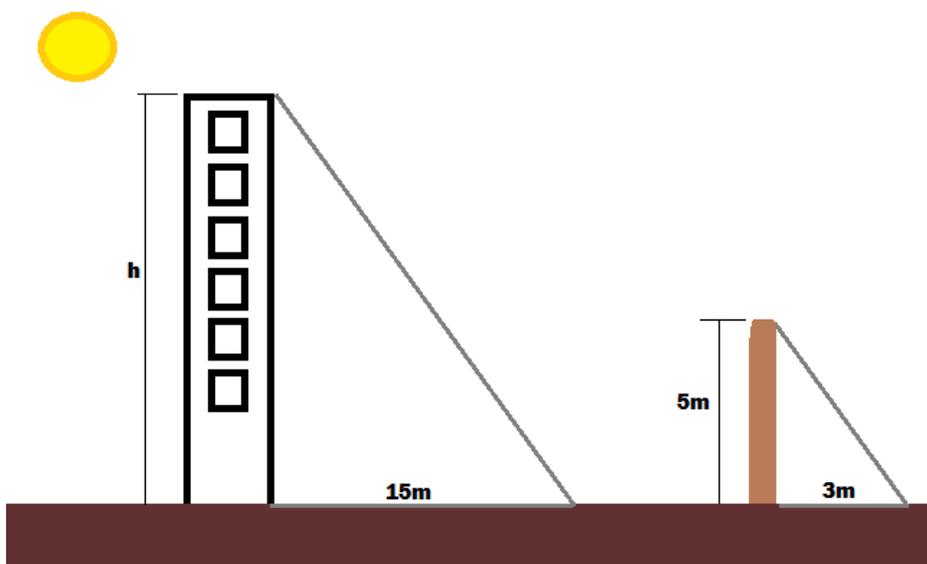
- 1) Defina, com suas palavras, o que é uma fonte de luz primária? Cite três exemplos destas fontes (exceto os já citados em aula; sol, vagalume e fogueira).
- 2) Defina, com suas palavras, o que é uma fonte de luz secundária? Cite cinco exemplos destas fontes (exceto os já citados em aula; lua e árvore).
- 3) Supondo que você seja um agricultor que recebe uma encomenda de bananas, mas o comprador exige uma condição: que as frutas sejam colhidas durante a noite. O céu está nublado e a visibilidade no bananal é quase nula. Para dificultar ainda mais a situação, você não possui nenhuma fonte de luz branca em sua casa, apenas quatro lanternas monocromáticas: uma de luz verde, outra de luz azul, uma de luz amarela e outra de luz vermelha.
 - a) Qual lanterna você usaria para, inicialmente, visualizar melhor sua plantação? Justifique sua resposta.
 - b) Que lanterna, ou lanternas, você usaria para diferenciar as bananas maduras das bananas verdes? Justifique sua resposta.
 - c) O recipiente para guardar as bananas é magenta. Sendo assim, qual lanterna, ou quais lanternas você usaria para encontra-lo? Justifique sua resposta.
 - d) Depois de guardar todas as frutas você deve voltar para sua casa, que é branca. Qual lanterna, ou quais lanternas, você usaria para visualizar a casa? Justifique sua resposta.
- 4) Se você está dirigindo e pelo retrovisor você consegue enxergar os olhos do motorista do carro atrás de você, esse motorista também consegue te ver? Justifique sua resposta.
- 5)
 - a) Explique com suas palavras o que é um meio translúcido e cite três exemplos.
 - b) Explique com suas palavras o que é um meio opaco e cite três exemplos.
 - c) Explique com suas palavras o que é um meio transparente e cite três exemplos.

⁵⁵ Todas as questões elaboradas pelo autor.

- 6) Porque normalmente nas ambulâncias a palavra “AMBULÂNCIA” na frente do veículo está escrita de forma invertida?

DESAFIO!!!

Um dos efeitos da propagação retilínea da luz é a formação das sombras. No esquema abaixo, você tem a sombra de um prédio de altura desconhecida e de um poste de altura igual a 5m. O prédio tem uma sombra de 15m e o poste uma sombra de 3m. Qual a altura do prédio?

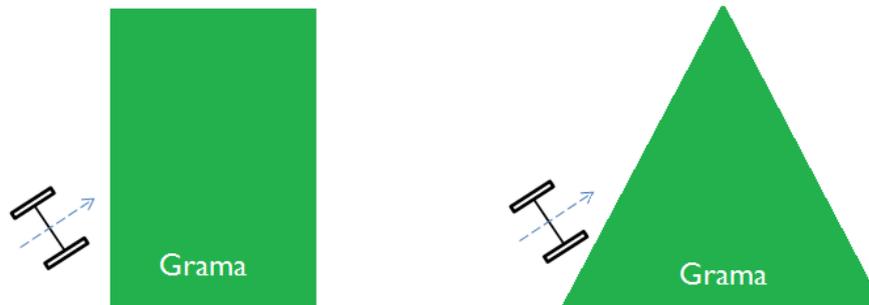


Apêndice D.2 – Trabalho 2 – Entregue nas aulas 9 e 10

Trabalho 2

Aluno(a): _____

- 1) (Adaptada de Hewitt – Física Conceitual 9. Ed.) Um par de rodas de brinquedo rolam sobre uma superfície lisa, indo numa direção oblíqua sobre dois terrenos gramados, um de forma retangular e outro de forma triangular, como mostrado. O solo é ligeiramente inclinado, de modo que depois de rolar sobre a grama, as rodas serão novamente aceleradas ao emergirem do outro lado da superfície plana. Complete os desenhos mostrando algumas posições das rodas nos terrenos gramados e indicando a direção de deslocamento.



- 2) Um índio aprendeu por experiência própria que, para acertar um peixe com sua lança, ele não deve mirar diretamente na imagem do peixe que está vendo, mas sim um pouco mais abaixo. Explique com suas palavras porque isso ocorre.
- 3) Se a situação da questão dois fosse contrária e, um peixe dotado de braços quisesse vingar seus irmãos mortos pelo índio pescador, para acertar sua lança na cabeça do índio ele deveria mirar acima ou abaixo da cabeça que ele visualiza estando dentro da água? Justifique sua resposta.
- 4) Explique com suas palavras porque um tubo de ensaio de vidro, quando submerso em glicerina, fica quase invisível.
- 5) Explique com suas palavras porque o céu na lua é escuro e na terra o céu é azul se o sol ilumina ambos?

DESAFIO!!

O índice de refração do diamante é de aproximadamente 2,4. Explique com suas palavras qual a relação entre o brilho intenso do diamante, seu índice de refração e a forma como ele é lapidado.

Apêndice D.3 – Prova – Aplicada nas aulas 13 e 14

1) Defina quais itens abaixo são fontes primárias e secundárias.

- Sol _____
- Lua _____
- Árvore _____
- Vela acesa _____
- Estrelas _____
- Fogueira _____
- Copo de vidro _____

2) A capa de um livro, quando iluminada pela luz do sol, apresenta a cor vermelha por quê:

- a visão humana é mais sensível ao vermelho;
- refrata de forma difusa a luz vermelha do espectro solar;
- reflete de forma difusa a luz vermelha do espectro solar;
- absorve somente a cor vermelha do espectro solar;
- absorve todas as cores do espectro solar.

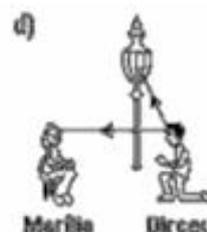
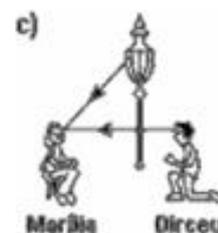
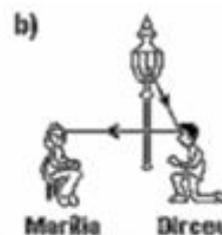
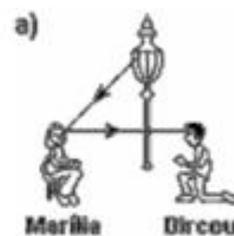
3) Um objeto iluminado com luz branca aparece:

- Preto se ele for vermelho;
- Azul se ele for verde;
- Branco se ele for verde;
- Cinza se ele for preto;
- Amarelo se ele for amarelo.

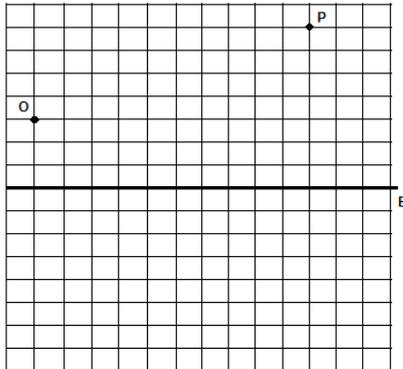
4) Explique com suas palavras porque as roupas pretas ficam mais quentes que as demais em dias ensolarados.

5) (Hewitt – Física Conceitual) Como você poderia usar os holofotes de um teatro para fazer com que a cor das roupas amarelas dos atores mude subitamente para a cor preta?

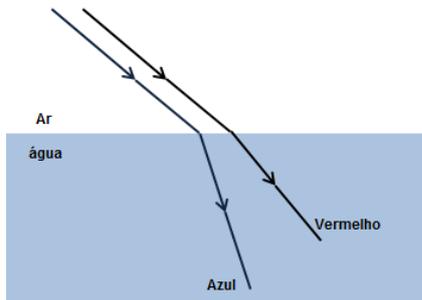
6) (UFMG) Marília e Dirceu estão em uma praça iluminada por uma única lâmpada. Assinale a alternativa em que estão CORRETAMENTE representados os feixes de luz que permitem a Dirceu ver Marília.



7)⁵⁶ A figura abaixo mostra um espelho plano (E) na frente do qual se encontra um objeto (O) e um observador (P). Desenhe o caminho do raio luminoso que parte de (O), reflete em (E) e atinge (P).



8)⁵⁷ A figura a seguir mostra dois raios de luz monocromática, um vermelho e um azul, passando do ar para a água.



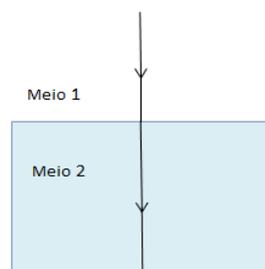
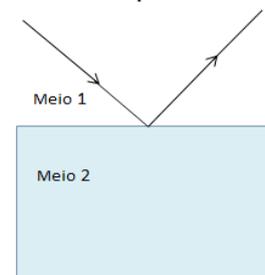
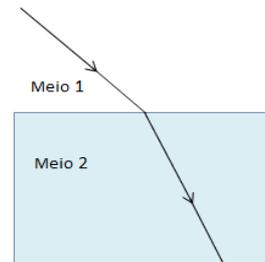
Com base na figura, responda:

- Por que os raios de luz inclinam ao trocar de meio?
- Qual dos raios de luz possui a maior velocidade na água?
- Qual dos raios de luz possui o maior índice de refração na água?

⁵⁶ Questão adaptada do vestibular (Fatec-SP). Disponível em: GASPAR, A. *Compreendendo a física*. 1. ed. São Paulo: Ática, 2012.

⁵⁷ Questão adaptada do vestibular (UEMG). Disponível em: GASPAR, A. *Compreendendo a física*. 1. ed. São Paulo: Ática, 2012.

9) (UFMG) Nas figuras I, II e III, estão representados fenômenos físicos que podem ocorrer quando um feixe de luz incide na superfície de separação entre dois meios de índices de refração diferentes. Em cada uma delas, estão mostradas as trajetórias desses feixes.



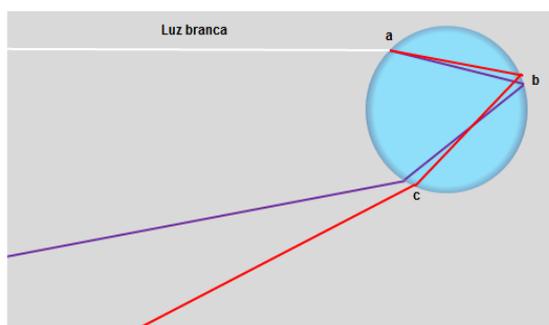
Considerando-se essas afirmações é correto afirmar que ocorre mudança no módulo da velocidade do feixe de luz apenas no(s) fenômeno(s) físico(s) representado(s) em:

- I
- II
- III
- I e II
- I e III

10) Tentando ejetar elétrons de uma placa de zinco, um cientista incide na placa primeiramente uma luz vermelha, mas nada acontece. Ao incidir luz ultravioleta, os elétrons começam a ser liberados. Com base nessa afirmação, responda.

- Qual a relação entre a energia e a cor das luzes usadas pelo cientista?
- Se o cientista utilizasse uma lâmpada vermelha, com brilho muito mais intenso do que ele usou inicialmente, ele conseguiria ejetar elétrons da placa? Justifique sua resposta.

11)⁵⁸ A figura abaixo apresenta uma representação esquemática de um feixe de luz branca atravessando uma gota de água. É desta forma que o arco-íris se origina.



- Que fenômenos ópticos ocorrem nos pontos a, b e c?
- Em que ponto, ou pontos a luz branca se decompõe, e por que isso ocorre?

Respostas das questões objetivas:

2 – c
3 – e
6 – a
9 – e

⁵⁸ Questão adaptada do vestibular (UNESP-SP).