

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM LICENCIATURA EM FÍSICA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Estevão Luciano Quevedo Antunes Júnior

**A ÓPTICA SOB A PERSPECTIVA SOCIOCULTURAL E EPISTEMOLÓGICA:
UMA EXPERIÊNCIA DIDÁTICA NO ENSINO DE FÍSICA**

Porto Alegre

2015/2

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM LICENCIATURA EM FÍSICA

Estevão Luciano Quevedo Antunes Júnior

**A ÓPTICA SOB A PERSPECTIVA SOCIOCULTURAL E EPISTEMOLÓGICA:
UMA EXPERIÊNCIA DIDÁTICA NO ENSINO DE FÍSICA**

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

Orientadora: **Prof. Dra. Neusa Teresinha Massoni**

Porto Alegre

2015/2

AGRADECIMENTOS

Agradeço,

À minha avó, *Altair de Carvalho Silva*, à minha mãe, *Jussara de Carvalho Silva* e ao meu Pai, *Estevão Antunes*. À primeira por ter sido a fundamentação teórica da minha dignidade. À segunda por ter me dado, junto com a luz, a esperança de um dia crescer e me tornar o melhor que eu pudesse ser. E ao terceiro por ter conseguido, mesmo não podendo estar presente sempre que gostaríamos, mostrar que há mais coisas relativas na vida do que podemos imaginar.

À minha namorada *Francielle Benett Falavigna*, que esteve comigo durante toda essa caminhada, me dando apoio e aquele ombro amigo nos momentos em que mais precisei. Tu foste o alicerce desse processo, cada palavra escrita, cada equação resolvida, cada gota de suor que derramei tem um pouco do teu amor, tenho muito orgulho de ti!

À professora orientadora desse trabalho, *Neusa Teresinha Massoni*, pela dedicação incessável em momentos críticos e não críticos. Tenho certeza que levarei os ensinamentos que me foram passados não apenas para minha vida profissional, mas também para a minha vida pessoal. Muito obrigado!

A todos os docentes do Instituto de Física da UFRGS que fizeram parte da minha formação acadêmica, mas em especial à professora *Maria Teresinha Xavier Silva (Teka)*, à professora *Fernanda Ostermann* e ao professor *Cláudio José de Holanda Cavalcanti*. À primeira por ter me mostrado a alegria em ensinar Física e por ter mandado e-mails em CAPS LOCK para insistir que eu poderia fazer melhor. Aos dois últimos, e certamente não menos importantes, por terem me mostrado nos últimos dois anos um caminho apaixonante que mudou completamente a minha perspectiva de mundo e de futuro. Muito obrigado mesmo!

A todos aqueles colegas queridos e grandes amigos que passaram pelo meu caminho e contribuíram para que eu pudesse estar escrevendo essas palavras agora. Mas deixo um agradecimento especial àqueles que dividiram comigo momentos memoráveis no PIBID e aos companheiros mestrandos e doutorandos ligados ao OBEDUC por experiências incomparáveis.

E para encerrar, agradeço todos aqueles que foram meus alunos e contribuíram, mesmo que involuntariamente, para o meu desenvolvimento, não apenas como professor, mas também como pessoa. Agradeço especialmente aos alunos da turma 202 de 2015 do Colégio de Aplicação da UFRGS pela colaboração e dedicação na proposta de ensino. Muito obrigado!

“Assim, quando conversamos e descobrimos novos arquipélagos de certezas, devemos saber que navegamos em um oceano de incertezas”.

Edgar Morin

RESUMO

O presente trabalho consiste no relato de uma experiência didática desenvolvida a partir da disciplina Estágio de Docência em Física, oferecida pelo Instituto de Física da UFRGS. Foram observadas 24 horas-aula seguidas de 14 horas-aula de regência, realizadas no Colégio de Aplicação da UFRGS durante o segundo semestre do ano de 2015. A turma da regência era de segundo ano do Ensino Médio e o conteúdo científico ministrado foi Óptica. A base teórica esteve fundamentada na teoria sociocultural de Vygotsky em associação com a perspectiva CTS para a educação científica. Além disso, houve a inserção da análise epistemológica a partir da filosofia da ciência de Thomas Kuhn. O resultado da estratégia permite concluir que o ensino pode ser *policêntrico*, intercalando experiências que instiguem o desenvolvimento social e argumentativo dos estudantes e o ensino tradicional conteudista, que ainda é muito defendido pelas políticas públicas brasileiras.

Palavras-chave: CTS, Ensino de Física, Epistemologia, Óptica, Socio-interacionismo.

ABSTRACT

This work is a report of a teaching experience developed from the discipline of Teaching Probation in Physics, offered by the Instituto de Física of the UFRGS. We observed 24 class hours followed by 14 class hour regency, held at Colégio de Aplicação of the UFRGS during the second half of 2015. The class regency was the second year of high school and the scientific content taught was Optics. The theoretical basis was contained in the sociocultural theory of Vygotsky in association with STS perspective for science education. In addition, there was the inclusion of epistemological analysis from the Thomas Kuhn philosophy of science. The result of the strategy shows that teaching should be polycentric, alternating experiences that encourage social and argumentative development of students and traditional teaching, which is still defended by the Brazilian public policy.

Keywords: Epistemology, Optics, Physics Education, Socio-Interactionism, STS.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema de Aikenhead (1994) para o CTS (adaptado).	15
Figura 2: Representação esquemática do júri simulado.	23
Figura 3: Colégio de Aplicação da UFRGS visto de cima.	25
Figura 4: Ideias sobre o que é luz e ciência manifestadas pelos alunos.	51
Figura 5: Visualização do espectro visível com auxílio do espectroscópio.	58
Figura 6: Imagem do Dilúvio Ipiranga, em Porto Alegre – RS.....	64
Figura 7: Imagem da fibra óptica simulada no Software Algodoo.....	68
Figura 8: Imagem das linhas de fibra óptica iluminadas, mostradas aos estudantes.....	69
Figura 9: Participação dos alunos no Júri Simulado.....	77

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Observações acerca das características e estratégias do professor titular.	28
Quadro 2 – Interesse dos estudantes com relação às disciplinas da escola, de acordo com o questionário, e suas opiniões sobre a relação da Física com outras disciplinas.	30
Quadro 3 – Interesse dos alunos com respeito apenas à Física.	30
Quadro 4 – Resposta com respeito à utilidade da Física.	30
Quadro 5 – Resposta dos alunos no que diz respeito ao seu desempenho em Física, ou seja, se eles se consideram bons estudantes na disciplina (de Física).	31
Quadro 6 – Áreas que os alunos querem seguir nas suas profissões futuras.	31
Quadro 7 – Categorização de abordagem em CTS.	85

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1. A perspectiva CTS para a educação científica	11
2.2. Teoria Sociocultural de Vygotsky	16
3 REFERENCIAL EPISTEMOLÓGICO	19
3.1. Epistemologia Kuhniana	19
4 REFERENCIAL METODOLÓGICO	22
4.1. Júri Simulado	22
5 RELATO DAS OBSERVAÇÕES E MONITORIAS.....	25
5.1. Caracterização da Instituição de Ensino:.....	25
5.2. Caracterização dos professores.....	27
5.3. Caracterização dos estudantes	29
5.4. Observações das aulas	32
6 RELATO DAS REGÊNCIAS	48
6.1. Planos de aula e relato das aulas na regência	48
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	84
REFERÊNCIAS	88
ANEXOS	90
APÊNDICES	94

1 INTRODUÇÃO

A disciplina de Estágio de Docência em Física é oferecida pelo Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) aos estudantes de graduação em Licenciatura em Física que cursam o último período letivo do curso. Visa dar a oportunidade de observar, planejar e exercer a docência, e tirar conclusões sobre as aulas e as experiências didáticas. Com isso, propicia ao futuro professor uma experiência inenarrável sobre a realidade escolar que alguns enfrentarão cotidianamente no exercício da profissão.

O Trabalho de Conclusão de Curso para estes estudantes consiste em um relato detalhado sobre suas observações (da escola, dos alunos e professores), sobre os planejamentos e as experiências didáticas obtidas a partir da vivência em um ambiente escolar no decorrer do semestre.

A primeira etapa é a escolha da escola, que é preferencialmente pública e precisa estar situada na cidade de Porto Alegre – RS, onde a UFRGS está sediada. Em particular, no semestre de realização do presente trabalho surgiu o risco de greve dos professores que atuavam nas escolas estaduais no Rio Grande do Sul, o que culminou com a escolha pelo Colégio de Aplicação (CAp) da UFRGS, que é administrado com verba federal. Depois disto, seguem-se duas etapas importantes no processo, que são: a observação e monitoria e a regência. A primeira etapa consiste na observação de aulas de Física em diversas turmas e ministradas por professores distintos, tendo que acompanhar e registrar um mínimo de 24 horas-aula. Depois de observadas e registradas essas as aulas, os graduandos devem escolher uma das turmas para realizarem sua regência, que deve ser de, no mínimo, 14 horas-aula.

A preparação das aulas precisa estar estruturada em referenciais teóricos que darão suporte pedagógico às estratégias didáticas adotadas pelos professores estagiários. Ainda mais, é importante que alguma referência epistemológica esteja associada ao planejamento das aulas, fazendo com que a visão científica seja influente na formação, tanto dos graduandos como dos estudantes secundaristas que estarão sujeitos às aulas.

Este trabalho buscou realizar um entrelaçamento entre a perspectiva CTS, a teoria sociocultural de Lev S. Vygotsky e a epistemologia de Thomas Kuhn, visando à formação crítica de um cidadão imerso em uma sociedade capitalista e cada vez mais tecnológica.

O trabalho compõe-se da apresentação desses referenciais teórico, epistemológico e metodológico; todos os relatos de observações e monitorias; considerações sobre as características da escola, dos alunos e do tipo de aula dos professores observados; os relatos

das aulas ministradas para os alunos do Ensino Médio e os respectivos planejamentos, sempre levando em conta o devido referencial teórico e epistemológico utilizado para sua elaboração, e também as conclusões pertinentes a todo o emaranhado de informações e vivências que foram possíveis a partir dessa experiência.

É o que se passa a apresentar, nos capítulos que se seguem.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico escolhido para este trabalho busca a que os estudantes tenham uma visão adequada da ciência, de forma que os conceitos de Física sirvam como alicerce para uma vida participativa em sociedade, assim como para explicar questões significativamente importantes para o meio em que vivem. A perspectiva tradicional fortaleceria a alienação social dos alunos e, ainda, o cientificismo, mais voltada a uma formação de cientistas e técnicos e não de cidadãos críticos.

A base para a construção do planejamento das unidades didáticas deste trabalho de conclusão de curso deu-se a partir da análise da teoria de Vygotsky. Em certo momento, ocorreu uma interação desta teoria com a perspectiva CTS para a educação científica. Com isso, pretendeu-se atender às necessidades dos estudantes e respeitar a legislação brasileira vigente desde o ano de 1996.

A educação, dever da família e do Estado, inspirada nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade humana, tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho (BRASIL, 1996).

A interação entre os ideais defendidos pelo movimento CTS e a perspectiva educacional vygotskiana implica em uma análise sociocultural de educação. Os problemas sociais afetam diretamente o aproveitamento dos alunos, que estão inseridos em um sistema convencional de ensino e os conteúdos trabalhados em sala de aula nem sempre estão de acordo com suas vidas. Nossa intervenção em sala de aula buscará, em alguma medida, levar em conta estes aspectos através de aulas diferenciadas.

2.1. A perspectiva CTS para a educação científica

A sigla CTS compreende uma associação entre ciência, tecnologia e sociedade. Essa associação se fez útil no momento em que o contexto mundial encontrava-se impactado pelas guerras que abalaram o planeta, quando a opinião social se tornou significativa para questões que envolvem ciência e tecnologia (CT). A expectativa de salvação vinda da CT era grande, visto que muitos armamentos bélicos foram desenvolvidos para fins de proteção nacional. O CTS apareceu com o intuito de promover uma criticidade na sociedade com relação a assuntos que envolvem CT.

O movimento teve seu crescimento em proporções mundiais na década de 1960, mas teve grande florescimento em sociedades nas quais as condições materiais estavam

razoavelmente satisfeitas (AULER; BAZZO, 2001), ou seja, lugares nos quais não haviam muitos problemas sociais. Esse surgimento se deu em grandes centros capitalistas, como Canadá e Estados Unidos, onde a confiança na ciência e na tecnologia era como a confiança em uma divindade (SANTOS; MORTIMER, 2002), comparando o cientificismo com questões religiosas.

Com base no cientificismo desenvolvido historicamente em grande parte das sociedades da época, fez-se necessário que o pensamento voltado para a CT fosse de tal forma que as pessoas pudessem criticar e ver que questões democráticas, como economia e política, estavam inseridas no contexto científico e tecnológico. Além disso, é claro ainda nos dias de hoje que, para grande parte das pessoas, o detentor dos conhecimentos científicos tem um poder social bastante grande, detém em mãos o “poder” da salvação, fato que é encarado por Auler e Delizoicov (2001) como um mito.

A alfabetização científica e tecnológica (ACT), segundo Auler e Delizoicov (2001), pode ser encarada sob duas perspectivas, são elas: a reducionista e a ampliada. A primeira refere-se a uma alfabetização sem o teor crítico em relação ao cientificismo e à tecnocracia, enquanto a segunda direciona o pensamento para uma criticidade voltada para o entendimento de problemas que são realmente úteis para a sociedade. O elo que separa estas duas vertentes está associado à neutralidade científica, que se fragmenta em três “mitos”, são eles: superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, perspectiva salvacionista da CT e o determinismo tecnológico.

O primeiro dos mitos citados aponta a neutralidade ideológica do pensamento científico, isto é, a ciência é vista como uma atividade que influencia de forma absoluta, onde não há espaço para contestação ou crítica. Isto implica em uma superioridade do conhecimento científico frente à sociedade, analogamente a Deus para a Igreja, ou seja, as pessoas creem fielmente na palavra do cientista de maneira cega aos seus pressupostos e isto é chamado de cientificismo. Essa postura, que é tratada pelos autores como mítica, está muito presente na sociedade atual.

O segundo mito sugerido pelos autores mostra a postura salvacionista da CT, sendo elas uma alternativa para a melhoria da vida das pessoas, conduzindo-as a um bem-estar social. Deste modo, o desenvolvimento científico geraria desenvolvimento tecnológico, que, por sua vez, proporcionaria um desenvolvimento econômico e, por fim, desenvolvimento social em uma linha contínua e ininterrupta.

O último dos mitos retrata a sociedade regida pela tecnologia. O desenvolvimento tecnológico (DT) é abordado como o principal fator de mudança social e é inatingível por

influências sociais. Este ponto de vista permite imaginar que se houver DT o mundo se desenvolverá mudando as condições sociais das pessoas, e se não houver, os cidadãos regredirão ao tempo da pedra. Considerando o que foi dito anteriormente, de que o desenvolvimento científico, no fim, resultará em desenvolvimento social, passando pelo desenvolvimento tecnológico, o argumento do determinismo tecnológico é aceito pela sociedade sem objeção.

A perspectiva reducionista ignora tudo o que foi dito anteriormente com respeito aos mitos, trata a ACT como a transição de conhecimento que se basta, isto é, os conteúdos operam por si mesmos. Desta maneira a CT age na sociedade de três formas: considerando o público ignorante sobre questões científicas e tecnológicas; a visão de mundo oferecida pela ciência é considerada única e privilegiada; e, a ciência é considerada neutra, desprovida de valores e indiscutível. Ainda que estas visões tentassem imprimir uma leitura da realidade, é evidente que tal leitura estaria confinada em uma redoma propiciando a alienação.

A perspectiva ampliada é um pouco mais complexa e está alicerçada fortemente à filosofia educacional freireana, que diz que a aprendizagem deve ser voltada para uma leitura crítica do mundo. O modelo de ACT ampliada visa uma formação direcionada para a democracia e formação crítica da sociedade no que diz respeito às questões que envolvem CT. Assim sendo, este panorama busca a interação entre ciência, tecnologia e sociedade, ou seja, o ensino considerando a existência dos mitos e fazendo com que o meio social possa perceber a influência que a sociedade exerce sobre o DT e vice-versa. Dessa maneira, o conhecimento pode ser considerado emancipador, proporcionando às pessoas um grau de autonomia.

Com isso, o CTS tem o objetivo de colocar a tomada de decisões em CT num outro plano (maior número de atores sociais participando) (AULER; BAZZO, 2001), onde não se trata de mostrar as maravilhas da ciência, mas disponibilizar as representações que permitem ao cidadão agir, tomar decisões e compreender o que está em jogo no discurso dos especialistas (FOUREZ *apud* SANTOS; MORTIMER, 2002). Assim, a proposta do movimento CTS mostra-se clara em favor da democratização do conhecimento que envolve ciência e tecnologia, além de promover o pensamento crítico.

Os objetivos de uma construção curricular sob a perspectiva de Santos e Mortimer (2002), estão voltados para uma alfabetização científica e tecnológica crítica, para fazer com que os alunos saibam o que realmente é importante para o meio em que estão inseridos e dominem os conhecimentos para opinar criticamente sobre políticas que envolvam o desenvolvimento de ciência e tecnologia. A relevância de um conhecimento envolto por

aspectos político sociais constrói valores éticos e morais, desenvolve o saber científico e tecnológico a fim de mostrar a influencia do conhecimento na vida das pessoas.

A concepção de ciência para a perspectiva CTS não está restrita a uma verdade única, abrange um panorama mais amplo, levando em consideração a inexistência de uma verdade absoluta. Esta implica que a ciência é fruto de um desenvolvimento político e social não apenas contido na comunidade científica, relevando aspectos epistemológicos e filosóficos. Tal pensamento vai de encontro à concepção pragmática de Immanuel Kant, Francis Bacon e outros para ciência, em que o conhecimento científico representava uma verdade absoluta e incontestável. A visão defendida por estes pensadores popularizou-se e ficou conhecida como empirismo-indutivismo, que hoje é considerado superado.

A tecnologia está representada sob três aspectos, são eles: cultural, organizacional e técnico. O primeiro envolve questões de ética e criatividade, o segundo insere os aspectos empresariais submersos na tecnologia e o terceiro, os aspectos técnicos e concretos do desenvolvimento tecnológico. A formação do cidadão crítico referente às tecnologias não está contida apenas no aspecto técnico, mas sim em um apanhado geral de cada um dos três aspectos e como eles se relacionam na sociedade.

A sociedade insere-se no momento em que o ensino de ciências e tecnologias necessita de temas que sejam coerentes com a realidade sociocultural dos alunos, com temas de utilidade pública como problemas ambientais, de saúde, de economia, de transporte, de comunicação, de energia, de questões militares, mas sempre de acordo com a sociedade onde estão inseridos.

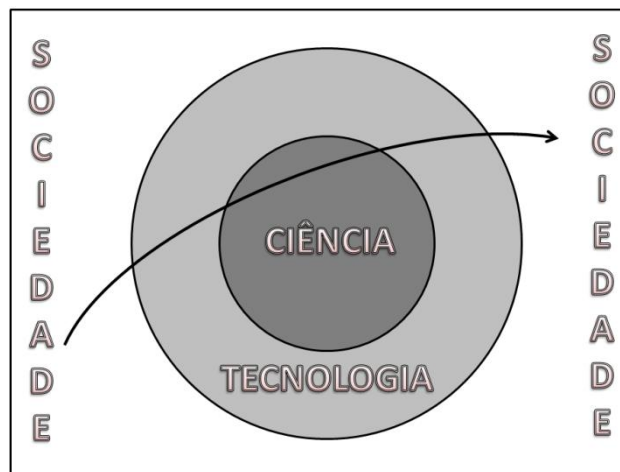
A implementação didática sob a perspectiva CTS não está voltada simplesmente em juntar fatores científicos e tecnológicos que influenciam na sociedade, mas envolve um processo circular que parte da problemática social, abrange as tecnologias, chega à ciência necessária para entender melhor a tecnologia, então retorna à ela com um olhar mais clínico, e volta o olhar final para a problemática previamente determinada para analisar de forma crítica. De acordo com Aikenhead (1994):

[...] Uma questão ou problema social cria a necessidade de saber certo conhecimento tecnológico. Mas os dois criam a necessidade de saber algum conteúdo científico. [...] Este conteúdo científico vai ajudar os alunos a entender a tecnologia e a questão social. [...] A sequência de instruções sugerida vem do domínio da sociedade, se move entre os domínios da tecnologia e da ciência tradicional, e, em seguida, novamente para a tecnologia. Há uma vantagem para revisitar a tecnologia que os alunos haviam estudado anteriormente (por exemplo, linhas de alta tensão). Os alunos irão dar mais sentido à tecnologia, usando a ciência que acabaram de aprender. Assim, os alunos irão entender um significado mais profundo da ciência e da tecnologia. Mais tecnologias complexas podem ser introduzidas

neste momento. Finalmente, termina no domínio da sociedade. [...] Os alunos, ao tomar decisões ponderadas, são informados por (1) uma compreensão em profundidade da ciência subjacente, (2) a compreensão da tecnologia relevante e (3) uma tomada de consciência dos valores que orientam. Por exemplo, uma classe pode decidir qual política deve ser aprovada pelo Conselho de eletricidade local sobre linhas de alta tensão (AIKENHEAD, 1994, tradução do autor).

Assim sendo, o conhecimento científico não fica banido, mas sim envolvido por um sistema que leva em consideração questões tecnológicas relevantes para a solução da problemática social, fica envolvido pelo próprio problema social, que deve ser a chave de entrada para o conhecimento, ou seja, fica envolto por um contexto sócio-tecnológico. Esse processo foi proposto por Aikenhead (1994) e está representado na Figura 1, a seguir:

Figura 1: Esquema adaptado de Aikenhead (1994) para o CTS.



FONTE: Adaptado pelo autor de Aikenhead (1994).

Pode-se dizer, portanto, que a origem, os pressupostos e as propostas do movimento são significantes para pensar o ensino de ciências e tecnologias nos tempos atuais, tendo em vista que o ensino tradicional no contexto brasileiro reforça o pensamento ultrapassado do cientificismo. A sociedade brasileira atual necessita, embora não se encontre em condição social apta, de uma mudança estrutural no ensino de CT a fim de promover um desenvolvimento social e instigar a criticidade de uma sociedade alienada.

O CTS se insere na proposta didática deste trabalho como uma forma de auxiliar a internalização e interpretação dos signos vygotskianos. A vida em sociedade proporciona ao aluno a oportunidade de entender como a ciência está inserida nas suas vidas e de que forma ela influencia nas ações sociais e políticas.

2.2. Teoria Sociocultural de Vygotsky

Lev Semenovitch Vygotsky foi um psicólogo russo que viveu em épocas conturbadas historicamente para a civilização de seu país. Presenciou a revolução russa, a primeira grande guerra mundial e parte da segunda. Teve uma obra numerosa em que tentava explicar o desenvolvimento das funções mentais dos indivíduos e a relação que havia entre o aprendizado e a cultura da sociedade em que estes estavam inseridos.

Na medida em que os estudos sobre a teoria vygotskiana se desenvolveram, muitos fatores importantes foram modificados, principalmente na visão ocidental da vasta obra do autor. O principal mediador dessa mudança conceitual é um psicólogo norte-americano chamado James Wertsch, que esteve na Rússia a fim de fazer um pós-doutorado na década de 1970. Neste contato, pôde perceber que muito do que havia aprendido sobre a obra do autor entrava em conflito com o que se entendia por lá.

Segundo Pereira (2012), dois fatores influenciaram para o mau entendimento desta teoria no ocidente. O primeiro fator diz respeito à má tradução do russo para o inglês, e o segundo problema, relacionado à falta de entendimento da teoria vygoskiana, está na incompatibilidade entre visões de mundo do Ocidente e da União Soviética acerca do funcionamento mental humano.

Os problemas de tradução e incompatibilidade cultural propiciaram que, por muito tempo, a teoria de Vygotsky fosse interpretada como construtivista, em que o indivíduo constrói o seu conhecimento unicamente por meio de processos cognitivos. A nova visão introduzida no final do século passado permite organizar a teoria sob três aspectos. São eles:

(a) a confiança no método genético ou do desenvolvimento; (b) a tese de que as funções mentais superiores, no indivíduo, derivam da interação social; (c) a tese de que a atividade humana, tanto no plano social como no plano individual, é mantida por instrumentos e signos (PEREIRA, 2012, p. 60).

Para se entender as ideias, precisa-se definir alguns fatores significantes. Primeiramente, é necessário afirmar que as ações humanas são, geralmente, mediadas por instrumentos e signos (WERTSCH *apud* TELICHEVESKY, 2015). O que diferencia os instrumentos dos signos é que, os primeiros se tratam de uma ferramenta técnica e os segundos de uma ferramenta psicológica, isto é, um instrumento serve para alterar fatores que são externos ao indivíduo, enquanto os signos (estímulos artificiais) alteram comportamentos internos.

É importante colocar que as ferramentas psicológicas são de origem social, o sujeito capta signos a partir de suas experiências em comunidade, não de forma individual. Além

disso, a inclusão de signos serve como forma de mediação para as ações humanas, o que causa uma transformação nas funções mentais.

Para Vygotsky, as funções mentais podem ser elementares ou superiores. O controle, realizado pelo indivíduo e não pelo ambiente; a realização consciente dos processos mentais; as origens sociais e não naturais; e o uso de signos na mediação são características que distinguem as funções mentais superiores das funções elementares (WERTSCH, *apud* TELICHEVESKY, 2015). Segundo Telichevesky (2015), Vygotsky vê as funções mentais superiores, como um produto de fatores biológicos, sociais, culturais, históricos e individuais.

Nesta perspectiva, é essencial dizer que o desenvolvimento das funções mentais superiores de uma criança se dá, primeiramente, a partir de experiências externas que ocorrem no seu cotidiano, a nível social, para posteriormente atingir o nível individual. O processo de alteração das informações oriundas do meio externo para o interior do indivíduo é chamado de internalização. Tal processo dá-se na medida em que o sujeito começa a interpretar (reconstruir) o que acontece na sua vida social no plano individual, em que os signos exercem um papel importante. Assim, a internalização é um processo que leva a um substancial desenvolvimento psicológico, não se reduzindo a uma mera “transferência” de operações de um plano externo para um plano interno – há uma reconstrução intrapsicológica concomitante (TELICHEVESKY, 2015).

Sobre a memória, deve-se dizer que ocorre uma distinção entre o que Vygotsky chamou de natural e indireta. A memória natural é aquela que aparece quando o sujeito está em uma situação cotidiana e, devido a um evento que ocorre involuntariamente, acaba recordando. A memória indireta é aquela que aparece quando o indivíduo insere um mediador - geralmente caracterizado como signo - para proporcionar a recordação desejada. Como exemplo, Pereira (2012) utiliza a seguinte analogia:

Um professor de ciências combinou de emprestar um livro para um colega. Ao sair de casa, no entanto, ele esqueceu de levar o livro consigo. Somente após encontrar seu colega na escola é que ele lembrou que deveria ter colocado o livro junto com seu material de trabalho. Este é claramente um caso de memória direta ou imediata, uma vez que foi a estimulação visual do colega que causou a lembrança do professor. [...] No dia seguinte, no entanto, ele resolveu colocar um lembrete no seu telefone celular, programando-o para despertar antes de ele sair de casa. Ao ouvir o toque do celular, ele se lembrou de levar o livro para a escola, podendo assim emprestá-lo para seu colega. Nesse caso, a memória também resultou de uma estimulação ambiental (o toque do celular). No entanto há uma diferença crucial: esse processo (lembrar-se do livro) resultou de um ato intencional. Através do uso de um modo de mediação (o celular), o professor passou a ter controle sobre sua própria memória (PEREIRA, 2012, p. 62).

Na perspectiva vygotskiana, para ensinar algo para um estudante, não basta atingir níveis que estejam de acordo com a sua capacidade de solucionar problemas, mas sim atingir níveis minimamente superiores. A distância entre o nível de desenvolvimento real, determinado pela capacidade de solucionar problemas por si mesmo, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado pela capacidade de solucionar problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com parceiros mais capazes (VYGOTSKY *apud* TELICHEVESKY, 2015) é o que se chama de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP).

Entretanto, é importante deixar claro que essa definição superficial de ZDP pode causar uma interpretação equivocada do que ela realmente representa. A ZDP está associada com o processo de desenvolvimento por completo do aprendiz, não apenas com a execução de uma tarefa específica. Além disso, é crucial compreender que a magnitude da ZDP é determinada pelo aproveitamento do trabalho colaborativo dos indivíduos para obter um nível de conhecimento superior ao que se espera pela sua idade. A ZDP claramente está relacionada ao contexto sócio-histórico-cultural do indivíduo, de modo que o contexto onde o mesmo se insere é um fator determinante para a forma como encara a tarefa de realizar uma classe de atividades ou estudar conceitos de determinada área (SILVA NETTO, 2015, p. 121).

Nessa teoria, o importante não é o fato de realizar a tarefa corretamente a partir da ajuda do parceiro mais capaz. O que interessa diretamente é o quanto é aprendido a partir da interação entre os indivíduos. Além disso, não é certo que a interação entre os pares causará a melhora no entendimento de certo problema, é necessário que o professor aja como o indivíduo mais capaz dentro da sala de aula e promova interações que proporcionem aos estudantes artifícios mediadores para o desenvolvimento das funções mentais superiores.

Portanto, em uma experiência didática, é necessário que as atividades estejam voltadas para a internalização de situações e reinterpretações por parte dos estudantes. É de crucial importância que o docente consiga, a partir da interação entre os pares, fazer com que os alunos criem formas de mediação sobre suas ações.

3 REFERENCIAL EPISTEMOLÓGICO

Para alcançar o objetivo de que os alunos do Ensino Médio entendam e reflitam o real sentido da ciência dentro da sociedade e de que forma os paradigmas científicos, ou diferentes visões de mundo, são aceitos pela comunidade científica, necessita-se fortemente que algum referencial epistemológico esteja ancorado ao planejamento didático. Este, por sua vez, deve combater visões superadas sobre a natureza da ciência, por exemplo, a empirista-indutivista, que ainda estão muito presentes na percepção das pessoas, de que a ciência é uma atividade neutra, onde se encontram respostas para todos os problemas empíricos, fenomenológicos e sociais e a resposta “cientificamente aceita” representa uma verdade absoluta, ou seja, é incontestável.

Levando em consideração o objetivo principal deste trabalho, que é a formação crítica dos estudantes, e a articulação da teoria sociocultural de Vygotsky com o movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade, utilizou-se como referencial, no que diz respeito à Filosofia da Ciência, a epistemologia de Thomas Kuhn.

Ainda, é relevante considerar a importância de Thomas Kuhn para a consolidação do movimento CTS, principalmente na América Latina. O livro *Estrutura das Revoluções Científicas* do autor foi marcante para a reflexão do CTS. A partir da obra de Kuhn a filosofia toma consciência da importância da dimensão social e das raízes históricas da ciência, ao mesmo tempo em que inaugura um estilo interdisciplinar que tende a diluir as fronteiras clássicas entre as especialidades acadêmicas (LINSINGEN, 2007).

A perspectiva kuhniana permite que se tenha uma visão ampla da ciência, incluindo relações de poder dentro da comunidade científica e, principalmente, possibilita que se veja que a ciência existe para ser contestada, isto é, o desenvolvimento da ciência surge da contestação dos paradigmas existentes e da reiterada substituição de paradigmas.

3.1. Epistemologia Kuhniana

A epistemologia de Thomas Kuhn surgiu em um momento em que a visão científica estava subordinada a uma visão de que os fatos evidenciados cientificamente eram incontestáveis, ou seja, tudo o que era “descoberto” pelo método científico estava automaticamente blindado às críticas, representava uma verdade absoluta. Além de Kuhn, muitos outros surgiram no século XX, como Karl Popper, Imre Lakatos, Paul Feyerabend, Stephen Toulmin etc., de maneira que nem todas essas visões epistemológicas são

complementares, algumas são divergentes, mas todos combateram essa visão pragmática de ciência baseada puramente na indução a partir de resultados experimentais, que é tradicionalmente chamada de empirismo-indutivismo.

A filosofia da ciência kuhniana critica esse método cunhando o que o autor chamou de Revoluções Científicas, que são processos de quebra de paradigmas que constituem a Ciência Normal. Para entender a teoria por completo, definiremos a seguir os conceitos mencionados anteriormente.

A primeira ideia que deve ser ressaltada é a do paradigma. Na visão do autor, um paradigma é uma teoria que consegue explicar de forma satisfatória um determinado fenômeno, ou seja, é um modelo ou padrão aceito (KUHN, 2013 p. 87). Mas para ser um paradigma, não basta que a teoria seja bem formulada e explique bem o que se propõe, mas também deve ser aceita na comunidade científica. Em outras palavras, uma teoria científica necessita da aprovação, ou adesão, dos pesquisadores conhecedores do fenômeno ao qual ela foi associada para então se tornar um paradigma. Os paradigmas adquirem seu *status* porque são mais bem-sucedidos que seus competidores na resolução de alguns problemas que o grupo de cientistas reconhece como relevantes. Além da teoria, assim, um paradigma contém valores, crenças, visões de mundo e técnicas que congregam os cientistas que a ele aderem.

A definição de ciência normal está associada ao período dedicado a buscar respostas dentro de um novo modelo adotado, após a adesão da comunidade científica a um novo paradigma.

Segundo Ostermann (1996), a ciência normal é a tentativa de forçar a natureza a encaixar-se dentro dos limites preestabelecidos e relativamente inflexíveis fornecidos pelos paradigmas. Desta forma, fica claro que a adoção de um único paradigma que foi aceito e é, a princípio, incontestável frente à comunidade científica, é o que compõe a ciência normal. No início, um “novo paradigma” é sempre uma promessa que se mostra mais promissora que o paradigma anterior.

A ciência normal consiste na atualização dessa promessa, atualização que se obtém ampliando o conhecimento daqueles fatos que o paradigma apresenta como particularmente relevantes, aumentando a correlação entre esses fatos e as previsões do paradigma e articulando ainda mais o próprio paradigma. [...] A maioria dos cientistas, durante toda a sua carreira, ocupa-se com operações de acabamento. Eles constituem o que chamo de ciência normal. Examinando de perto, seja historicamente, seja no laboratório contemporâneo, esse empreendimento parece ser uma tentativa de forçar a natureza a encaixar-se dentro dos limites preestabelecidos e relativamente inflexíveis fornecidos pelo paradigma (KUHN, 2013, p. 88 – 89).

Entretanto, a teoria de Thomas Kuhn ressalta que existe um processo, que pode ser observado retrospectivamente, chamado Revolução Científica. Para entender este conceito devemos considerar o seguinte: um determinado paradigma compõe a ciência normal e foi aceito porque conseguia representar de forma satisfatória uma classe de fenômenos, por algum período de tempo. Então, surge um novo fenômeno novo, ou alguns fenômenos relevantes, que não pode ser explicado utilizando este mesmo paradigma e, para saciar a “gana científica” por respostas, surge uma fase de ciência extraordinária em que novas teorias são propostas, teorias que tentam abranger o que a antiga não conseguia. Desta forma, a comunidade científica se encontra na situação de ter que optar. Nesse momento (de ciência extraordinária), as duas teorias disputam a preferência dos pesquisadores para saber qual delas assumirá o “posto” de novo paradigma. O processo de derrubada de um paradigma para que outro assuma o seu posto é chamado por Kuhn de Revolução Científica.

Portanto, acredito que a inserção da epistemologia de Thomas Kuhn em sala de aula auxilia na tentativa de solucionar problemas recorrentes da educação científica. Muito do que se pensa sobre ciência e sobre como as teorias científicas se tornam importantes está voltado a uma pretensa neutralidade científica, em que o cientista está blindado às críticas e não sofre influências do meio social em que está inserido. O entendimento de que a ciência é afetada por fatores sociais e, principalmente, pela persuasão, tende a fazer com que os estudantes retirem a ciência de uma posição privilegiada e passem a vê-la como algo humano, que pode estar acessível a eles, se assim optarem.

Além disso, a discussão dessas ideias em sala de aula pode fazer com que os alunos assumam posturas mais críticas em relação à ciência, especialmente em uma sociedade tão tecnológica como a que hoje vivemos. Além disso, a teoria de Kuhn dá sentido ao pressuposto CTS de combater fortemente a ideia da neutralidade científica.

4 REFERENCIAL METODOLÓGICO

Ainda que o referencial CTS, que serviu de referencial teórico para este trabalho, sustentado pelo diagrama de Aikenhead, aparente ter um teor metodológico, não se caracteriza por uma metodologia propriamente dita, pois está ancorado a uma perspectiva teórica, como já citado. Desta forma, o CTS juntamente com a ideia vygotskiana aparecem como suporte para metodologias que instiguem a interação social e a capacidade de desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes.

Pensando nisso e na exigência social da argumentação, optei por utilizar uma metodologia que instigasse os estudantes a colaborarem um com o outro a fim de que os demais membros do seu meio social consigam entender os seus argumentos e, alternativamente, possam discuti-los e concordar com eles, ou não. Esta postura tende a fazer com que os alunos estejam mais preparados para a tomada de decisões, comum na vida cotidiana, não apenas com relação aos conteúdos científicos escolares.

4.1. Júri Simulado

Em uma oportunidade durante o período de regência, ao longo da preparação de aulas, foi decidido adotar a estratégia do Júri Simulado, que consiste na possibilidade de colocar os discentes frente a frente em uma disputa ideológica e confrontando distintos paradigmas da Física. A prática simula um tribunal judiciário, onde os participantes têm funções predeterminadas (SILVA; MARTINS, 2009).

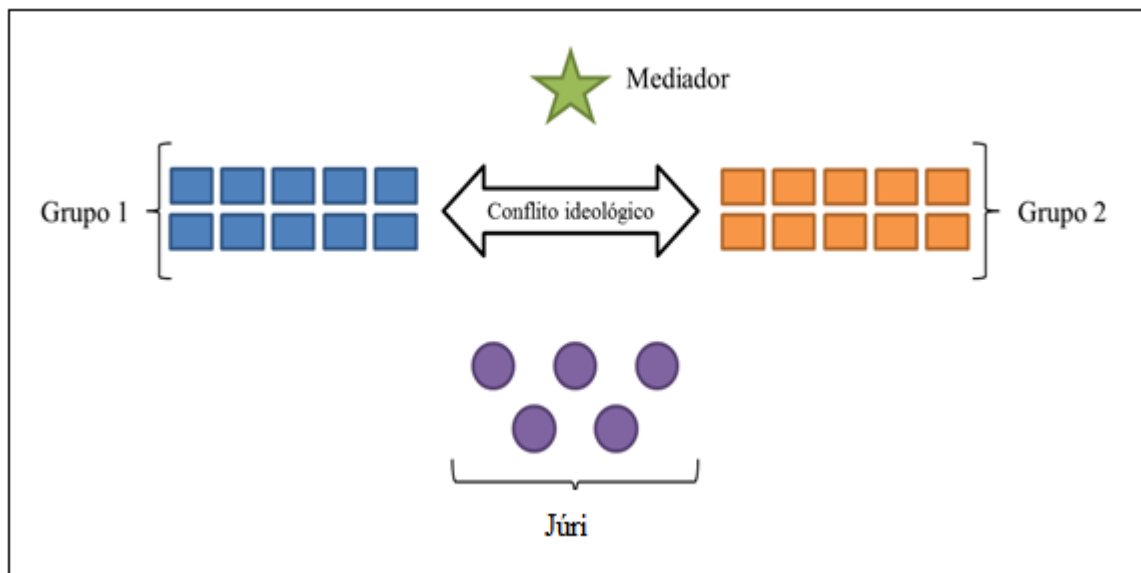
A simulação judiciária deve colocar os agentes em uma situação pré-estabelecida em que ideias são colocadas em disputa, podendo ser um contexto histórico, contexto social, contexto científico, ou todos eles interlaçados. O objetivo é que se possa elaborar argumentos a fim de defender um ponto de vista e argumentos de combate com relação ao ponto de vista que está em disputa.

Segundo Vieira, Melo e Bernardo (2014) as pessoas engajadas devem ser separadas em grupos a favor, contra e juízes, em uma discussão sobre um determinado tópico ou questão; ou seja, em júris simulados, há atacantes, defensores e juízes de uma questão em discussão. Silva e Martins (2009) afirmam que é aconselhável que cada grupo de debatedores possua a mesma quantidade de pessoas. O grupo do júri popular deve conter um número menor de componentes.

Em sala de aula, os alunos devem compor os grupos, tanto de disputa quanto de jurados. O professor age no processo como um mediador, organizando grupos mediando as opiniões levantadas por todos os integrantes. É essencial que o docente

[...] dê suporte aos argumentos dos estudantes em prol do desenvolvimento da discussão, oferecendo oportunidades para a evolução das contraposições latentes entre argumentos científicos e do cotidiano. Sob essa perspectiva, o professor pode ter que defender e oferecer justificativas para argumentos com os quais ele não necessariamente concorda, em prol do desenvolvimento da argumentação e do aumento da complexidade dos argumentos apresentado (VIEIRA *apud* VIEIRA; MELO; BERARDO, 2014)

Figura 2: Representação esquemática do júri simulado.



FONTE: Desenvolvido pelo autor (2015).

Além disso, esta dinâmica educacional torna possível que os estudantes que possuem uma opinião formada sejam colocados na situação de defensores da opinião contrária. Este processo de permutação pode ajudar na criação argumentativa, tendo em vista que, quando um indivíduo possui convicção em um ponto de vista, o argumento de defesa já é presente nele. Sendo assim, quando colocado no papel de defender a visão oposta, é necessário que uma pesquisa seja feita para saber os quais novos argumentos utilizar para defender uma nova perspectiva.

É importante salientar que a preparação prévia é fundamental para o desenvolvimento do processo, é necessário que os alunos tenham suporte para conseguirem formar argumentos consistentes e combaterem de forma coerente os argumentos do grupo

defensor da opinião oposta. Mas, além disso, é crucial que os componentes de cada grupo se reúnam antes da atividade para elaborarem, juntos, argumentos de debate.

A forma de aplicação metodológica consiste em algumas etapas dentro do tempo previsto de aula, são elas: socialização de ideias nos grupos, defesa inicial (dos dois grupos), debate entre os grupos, considerações finais e veredicto. Cada uma das etapas deve ter um tempo de ação preestabelecido pelo mediador do processo (o professor) e este tempo deve ser cumprido de forma rigorosa, para que nenhuma das partes saia prejudicada.

Pode-se concluir, portanto, que a prática do Júri Simulado está voltada diretamente para a arte argumentativa dos estudantes, em fazer com que uma situação problema proporcione um ambiente propício à elaboração de ideias e conflitos. Mas deve-se salientar que a importância não surge apenas na interação entre os estudantes, mas também com o professor, que se põe em uma posição de mediador, podendo aprender com os argumentos novos que venham a surgir. Desta forma, pode-se dizer que a prática metodológica deve ser utilizada de forma que todos os envolvidos possam aprender.

Assim, a opção metodológica deste trabalho foi a de realizar um Júri Simulado contrapondo os paradigmas ondulatório e corpuscular da natureza da luz, além das discussões CTS. O júri simulado foi implementado nas Aulas 11 e 12 e o resultado consta do respectivo relato.

5 RELATO DAS OBSERVAÇÕES E MONITORIAS

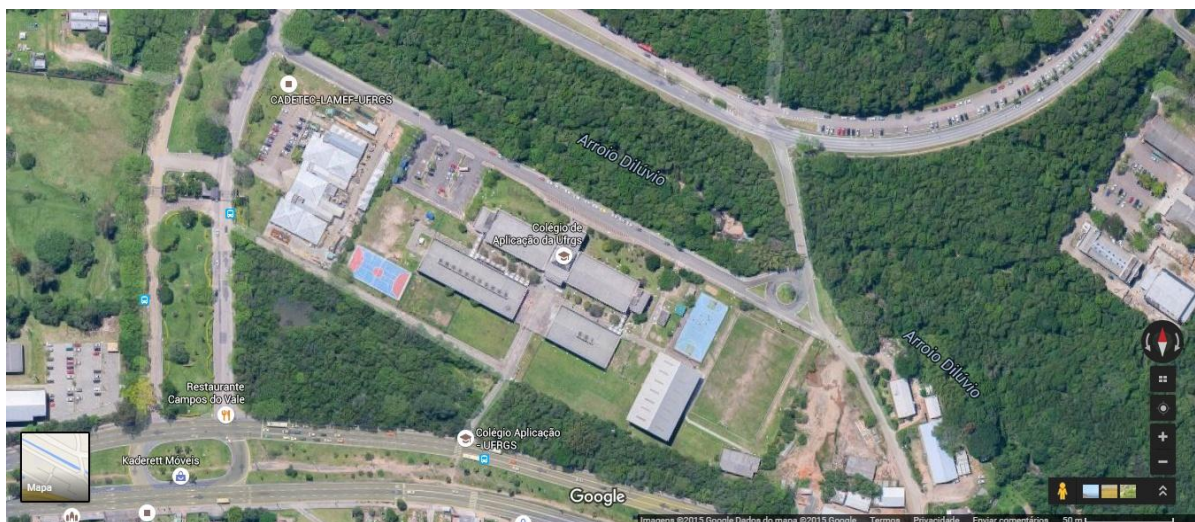
Todos os relatos a seguir foram baseados em observações, monitorias e regências que ocorreram no Colégio de Aplicação da UFRGS durante o período de 10/08/2015 até 26/11/2015.

5.1. Caracterização da Instituição de Ensino:

Para este Trabalho de Conclusão de Curso, escolhi o Colégio de Aplicação da UFRGS para realizar tanto as Observações e Monitoria como a Regência, que consiste na primeira experiência didática em uma escola.

O Colégio de Aplicação da UFRGS (CAp) é uma escola pública que está localizada no extremo leste da cidade de Porto Alegre, no Rio Grande do Sul. Por estar situado dentro do campus de uma Universidade Federal, os alunos têm muito contato com a Instituição de Ensino Superior.

Figura 3: Colégio de Aplicação da UFRGS visto de cima.



FONTE: Google Maps. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/@-30.0756089-51.1224398,326m/data=!3m1!1e3>. Acesso em 04/10/2015.

A escola possui boa estrutura física. Tem salas de aula contendo classes e cadeiras para todos os alunos, em bom estado de conservação, e quadros negros com giz. Tem banheiros separados por sexo que são adequados e limpos. O colégio dispõe de um bar dentro de suas dependências e conta com o serviço do Restaurante Universitário (RU) da UFRGS para servir almoço a seus alunos por um preço bastante acessível. Além disso, a escola tem laboratórios de ciências e informática, todos bem equipados e com sustentação para suportar

as expectativas de oferecer aulas diferenciadas, sempre que o professor assim o desejar. Os professores não ficam todos reunidos em uma mesma sala, como tradicionalmente ocorre nas escolas. Existe uma sala para cada disciplina do currículo escolar. Entretanto, não possui aparelhos de *data show* disponíveis para os professores.

A sala dos professores de Física possui uma estrutura que possibilita o trabalho fora de sala de aula, onde cada docente tem um computador individual e seus instrumentos de trabalho – experimentos, por exemplo – separados. Ainda, há uma estante que contém inúmeros livros de Física disponíveis para a consulta.

O ingresso de estudantes no colégio dá-se por sorteio. Os alunos interessados em estudar nessa Instituição devem efetuar inscrição por meio de um edital¹ disponibilizado na página do CAp, na internet, e pagar uma taxa de inscrição no valor de R\$ 15,00 (neste momento). O sorteio ocorre de forma pública no saguão da escola em um dia estabelecido no edital.

A instituição de ensino ainda conta com um Programa de Educação Continuada², que consiste em uma oportunidade de formação docente complementar para professores com Licenciatura nas mais diversas áreas do conhecimento. As atividades são distribuídas entre sala de aula, planejamento e correção de aulas durante um ano letivo, sob a coordenação de um professor orientador do quadro de efetivos da escola. Ao final, o participante recebe um certificado de 360 horas.

O CAp possui também inúmeros outros projetos que buscam envolver os estudantes em atividades culturais e científicas. Na área da Física destaca-se, por exemplo, o CTA Jr que visa desenvolver e aplicar projetos educacionais científicos e tecnológicos para compartilhar o conhecimento e incentivar o uso de tecnologias livres e abertas, está vinculado ao CTA UFRGS³.

Portanto, trata-se de um colégio com um suporte relevante e diferenciado com relação às demais escolas públicas da cidade. A verba, de origem federal, que sustenta a escola é de crucial importância para o desenvolvimento de projetos e pela boa remuneração dos professores.

¹ Edital ingresso de alunos. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/colégiodeaplicacao/editais/ingresso-de-alunos-1>. Acesso em 15/09/2015.

² Programa de Educação Continuada. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/colégiodeaplicacao/editais/programa-de-educacao-continuada-1>. Acesso em 15/09/2015.

³ Informações disponíveis em: <http://cta.if.ufrgs.br/>. Acesso em 11/10/2015.

Entretanto, a burocracia e a dependência de cumprir uma sequência de conteúdos um tanto rígida faz com que as possibilidades de inovação pedagógica sejam, muitas vezes, desmotivadoras, especialmente para os estagiários que ali fazem sua Regência.

5.2. Caracterização dos professores

Neste trabalho, foram observados quatro professores em atividade no CAp da UFRGS, cada um deles foi referenciado como "Professor" seguido de um número romano (I, II, III e IV) para proteger suas identidades. A numeração foi de acordo com a ordem em que foram observados no início do processo, isto é, o primeiro professor observado ganhou o número I, o segundo o número II e assim por diante.

O Professor I era extremamente conteudista e sustentado por demonstrações matemáticas. Possuía um domínio exemplar no que diz respeito aos conceitos da Física e à formulação necessária para o entendimento dos conteúdos. Levantava questões pertinentes em sala de aula, buscava analogias interessantes e até contextualiza as aulas de forma agradável para quem assiste. Era muito carismático junto aos educandos e possuía uma desenvoltura invejável. Entretanto, não parecia crítico com relação à sua postura frente à ciência em sala de aula, não aparentava pensar como poderia melhorar a aula a fim de que a Física tenha algum sentido social para os estudantes.

O professor II apresentava uma postura um pouco mais flexível no que diz respeito à avaliação e ao formalismo matemático, mas não abria mão do conteudismo. Nas experiências de observação com este professor, pôde ser visto que havia uma criticidade com relação ao seu próprio trabalho e com relação à aprovação dos estudantes. Deixou claro, em vários momentos, que nenhum dos alunos seria reprovado, mesmo que seu desempenho fosse insatisfatório. Entretanto, a avaliação foi feita de forma oral e consistia em instigar o aluno a falar tudo, ou o que havia aprendido nas aulas. Esta postura pode ser encarada de duas formas distintas: por um lado, os estudantes podem perder o interesse no estudo por não haver a preocupação em ser aprovado ou reprovado e, por outro lado, pode conseguir explorar as diferenças de aprendizagem e aumentar o interesse em Física dos alunos.

O professor II foi a quem substituí durante o período de regência, por isso é importante apresentar um perfil mais detalhado deste docente. O Quadro 1 representa algumas características importantes sobre o professor, sendo que a numeração 1 a 5 indica: 1 atitudes, posturas e estratégias próximas do negativo e 5, próximas do positivo.

Quadro 1 – Observações acerca das características e estratégias do professor titular.

	Características negativas	1	2	3	4	5	Características positivas	
1	Rigidez de comportamento					x	Flexibilidade	1
2	Moleza	x					Atividade	2
3	Frio e reservado			X			Caloroso, entusiasmado	3
4	Nervoso e irritado	x					Calmo e paciente	4
5	Expõe sem cessar			X			Provoca a reação da classe	5
6	Não avalia a recepção					x	Avalia a recepção	6
7	Não reformula explicações			X			Reformula explicações	7
8	Exige participação		x				Provoca participação	8
9	Apresenta sem lógica			X			Apresenta com lógica	9
10	Não se adapta ao nível					x	Adapta-se ao nível	10
11	Desorganizado					x	Organizado	11
12	Comete erros				x		Não comete erros	12
13	Má distribuição de tempo			X			Boa distribuição de tempo	13
14	Linguagem imprecisa					x	Linguagem precisa	14
15	Não utiliza recursos	x					Utiliza recursos	15

FONTE: Cavalcanti; Ostermann, 2014.

O professor III era novo na carreira e estava participando do Programa de Educação Continuada do CAP. Era bem flexível com os estudantes e mostrava-se bastante atencioso com as dúvidas que apareciam durante as aulas. Entretanto, pareceu bastante afetado pela presença dos estagiários que o observaram, mostrando certo nervosismo influente na sua atuação docente. Cometeu muitos equívocos teóricos dos conteúdos que estava lecionando, mas, provavelmente, foi resultado da presença dos estagiários observando suas aulas. Mostrou-se um professor preocupado com atividades experimentais e encontrou maneiras de levar aos alunos coisas novas a fim de que as aulas não fossem tão maçantes.

O professor IV também era novo na carreira docente e participava do Programa de Educação continuada do CAP. Embora novo na profissão, pode-se observar um bom domínio do conteúdo que ministrava, não tinha dúvidas e não se arriscava em assuntos que podiam deixá-lo inseguro. Foi perceptível uma dificuldade com relação ao domínio da turma em função de suas características físicas, entretanto, observou-se que soube utilizar outros artifícios a fim de suprir este problema, como o tom de voz e alternativas discursivas. Ainda que novo na profissão, era admirável o encanto que tinha pela carreira, mostrava-se muito compenetrado nas atividades e, em minha avaliação, tem tudo para se tornar um professor muito melhor no futuro.

De maneira geral, todos os professores observados tinham domínio, valorizavam a Física e buscavam envolver, de diferentes maneiras, os estudantes no estudo da disciplina.

5.3. Caracterização dos estudantes

A fim de caracterizar os estudantes do CAp, é necessário lembrar que o ingresso para se tornar estudante dessa escola é por sorteio cuja taxa de inscrição tem valor substancialmente baixo. Sendo assim, por se tratar de uma escola tradicional na cidade de Porto Alegre, estudantes de todas as classes sociais e regiões da cidade, ou até mesmo da região metropolitana, inscrevem-se para o sorteio.

Como resultado dessa pluralidade de classes socioeconômicas na inscrição, também há uma pluralidade com relação ao mesmo quesito nos estudantes que conseguem o ingresso. Em uma mesma sala de aula é possível encontrar estudantes que têm um nível econômico elevado e estudantes com baixo nível econômico.

Levando em consideração as ideias de Pierre Bourdieu, apresentadas por Lima Jr., Pinheiro e Ostermann (2012), o investimento no mercado escolar é dependente da classe social do indivíduo. Desta forma, a interação entre diferentes pré-disposições, ou na linguagem bourdiana diferentes *habitus*, pode fazer com que haja a possibilidade de desenvolvimento social dos estudantes e de um maior investimento estudantil.

A turma escolhida para fazer a regência não fugia desse padrão. Era perceptível a diferença de classes sociais, o que fortalecia a utilização de referenciais que buscassem a interação social entre os indivíduos. Além disso, a partir de uma pesquisa realizada (aplicação de um questionário) com os estudantes (Apêndice A), foi notado que praticamente todos os alunos queriam seguir áreas fora das exatas, favorecendo mais ainda uma postura em sala de aula voltada ao pensamento crítico e sem tanto formalismo matemático.

A fim de organizar melhor as respostas dos estudantes ao questionário citado anteriormente, foram feitos cinco tabelas dispostas a seguir. As respostas são importantes porque podem corroborar para a escolha da proposta didática que se pretendeu utilizar nas atividades de regência.

Quadro 2 – Interesse dos estudantes com relação às disciplinas da escola, de acordo com o questionário, e suas opiniões sobre a relação da Física com outras disciplinas.

	Física	Matemática	Química	Biologia	Filosofia	Geografia	História	Educação Física	Português	Inglês	Música	
Mais gostam	0	10	2	6	2	1	6	2	1	1	2	
Menos gostam	5	4	7	1	2	1	3	1	0	0	0	
Física se relaciona com	-	22	7	5	1	0	0	2	0	0	0	Não se relaciona = 7

FONTE: Elaborado pelo autor (2015).

O Quadro 2 permite observar que nenhum dos alunos da turma escolhida para fazer a Regência tinha a Física como sua matéria de preferência; entretanto, cinco deles consideram a Física a menos interessante. É interessante ressaltar que em muitas respostas aparece a Física relacionada com a Matemática e apenas uma resposta associa a Física com a Filosofia. Esses resultados podem ser explicados com base na forte tradição conteudista da Física, relacionando a ciência diretamente com a resolução de problemas.

Quadro 3 – Interesse dos alunos com respeito apenas à Física.

Gostam de Física	Não gostam de Física	Gostam mais ou menos
12	10	7

FONTE: Elaborado pelo autor (2015).

O Quadro 3 pode trazer informações importantes quando se relaciona com o Quadro 2. Embora nenhum desses estudantes tenha a Física como a disciplina favorita, 12 deles disseram gostar de Física. Ainda, é necessário dizer que praticamente todos os que dizem gostar mais ou menos, não gostam por completo porque associam diretamente a Física com a aplicação sem sentido de fórmulas matemáticas, mesma explicação utilizada pelos que alegam não gostar de Física. O interessante é que alguns desses que justificaram o desinteresse por Física a partir da tradição matemática, apontaram como a disciplina favorita no currículo escolar a própria Matemática.

Quadro 4 – Resposta com respeito à utilidade da Física.

Tem utilidade	Sem utilidade	Em algumas situações
16	7	6

FONTE: Elaborado pelo autor (2015).

O Quadro 4 mostra que praticamente todos os estudantes que responderam ao questionário dizem ver utilidade na Física, muitos justificam essa resposta a partir de questões tecnológicas que estão presentes na sociedade em que estão inseridos. Os sete (7) estudantes que dizem não haver utilidade estão entre aqueles que relacionam a Física com a resolução de problemas matemáticos.

Quadro 5 – Resposta dos alunos no que diz respeito ao seu desempenho em Física, ou seja, se eles se consideram bons estudantes na disciplina (de Física).

Bom aluno	Aluno ruim	Aluno mais ou menos
9	10	10

FONTE: Elaborado pelo autor (2015).

O Quadro 5 mostra como há uma divisão equilibrada entre estudantes que se julgam bons alunos em Física e os que se consideram alunos ruins. Esse resultado se torna importante na medida em que as atividades de regência, relacionando aqui com a teoria vygotskiana, buscam a interação social com parceiros mais capazes para que haja a internalização a partir de instrumentos e signos.

Quadro 6 – Áreas que os alunos querem seguir nas suas profissões futuras.

Humanas/Sociais	Exatas	Biológicas/saúde	Indecisos
9	4	8	8

FONTE: Elaborado pelo autor (2015).

O Quadro 6 tende a mostrar o real interesse dos estudantes para suas vidas futuras. Percebe-se um grande índice de indecisos, mas se ressalta o baixo índice de respondentes que querem seguir áreas relacionadas às exatas. Dentre os quatro (4) que manifestaram desejo de seguir a área de exatas, dois deles pensam no curso de Matemática e os outros dois se distribuem em duas engenharias.

Portanto, é importante entender as particularidades das turmas, a forma com que interagem entre si e seus interesses, para tentar agir de forma a contribuir com o desenvolvimento dos estudantes, não apenas cognitivo, mas também social. Ao mais, é papel do professor estar junto no processo de desenvolvimento, buscando sempre aprender e desenvolver-se em conjunto com os discentes.

Foi essa postura que busquei assumir e que norteou a escolha das estratégias e dos referenciais teóricos e epistemológico que suportam o presente trabalho.

5.4. Observações das aulas

Esta seção é destinada à apresentação dos relatos de Observação e Monitoria, que totalizaram vinte e quatro (24) horas-aula, como já citado. Os relatos são apresentados em ordem cronológica, sendo que o título de cada narrativa identifica a data e horário em que a observação ocorreu, bem como a turma e o professor.

Destaco que essa fase de Observações e Monitoria foi importante para conhecer as turmas, a escola, o tipo de estratégias utilizadas pelos distintos professores e, assim, fornecer subsídios ao planejamento de minhas aulas ministradas no período que se seguiu, ou seja, a Regência.

OBSERVAÇÃO 1

Dia 10/08/2015 – das 8h às 8h45min (1 período)

Turma 102 – Professor I – Primeiro ano do Ensino Médio

Nesse primeiro contato, foi observada uma turma de primeiro ano do Ensino Médio com 32 alunos no início da aula, sendo que 15 deles eram meninos e 17 eram meninas. Embora a aula tenha sido ministrada dentro do laboratório de Física, foi uma aula formal em que os alunos deveriam resolver exercícios do livro. O laboratório continha bancadas longas e cadeiras para todos os alunos, um quadro negro e uma lona para a projeção de slides, mas a sala não tinha um projetor, o equipamento utilizado era de propriedade particular do professor.

A primeira ação da aula foi a chamada feita pelo professor. Muitos alunos ainda estavam desatentos e poucos responderam no primeiro chamado do professor e a organização da turma demorou certo tempo. Após a chamada, o docente marcou a prova escrita e formal para a semana seguinte e anunciou que a aula daquele dia seria de resolução de exercícios do livro, mas como surgiram discussões interessantes, acabou que apenas um exercício foi resolvido em todo o tempo de aula.

O exercício proposto era sobre o trabalho a partir de um gráfico de pressão *versos* volume, ambos em unidades do Sistema Internacional de medidas (pascal e metros cúbicos). No decorrer do processo de resolução surgiu a primeira pergunta:

Aluno 1: *Como eu calculo o trabalho?*

O professor pediu para que uma colega respondesse a pergunta, esta o faz sem pensar muito e ditou a fórmula do trabalho em função da pressão e da variação do volume.

Depois de algumas discussões, o professor perguntou para a turma:

Professor: *40 pascal é uma pressão pequena ou grande?*

Os alunos ficaram se olhando e nenhuma resposta surgiu no momento. Foi então que o professor anunciou que esta seria uma questão da prova que eles teriam. Dando sequência ao assunto, o professor mencionou sobre a pressão atmosférica e questionou os alunos:

Professor: *Quanto equivale a pressão atmosférica em pascal?*

Enquanto isso, uma aluna pesquisou na internet utilizando um *smartphone* e respondeu o valor aceito cientificamente para a pressão atmosférica ao nível do mar.

Outra pergunta digna de discussão surgiu momentos mais tarde:

Aluno 2: *Se eu tirar o atm e colocar 101.325 Pa tá certo?*

O professor explicou como funciona a conversão de unidades e estimulou os alunos a pesquisarem sobre a intensidade da pressão atmosférica, se é uma pressão pequena ou grande, e utilizou exemplos cotidianos para contextualizar. Foram os seguintes: pressão do ar em um balão e em um pneu da bicicleta. Neste momento, um dos alunos pediu para que o professor desse a eles a resposta correta. Ao responder o pedido do aluno, o professor disse:

Professor: *Eu não vou te dizer a resposta, vou te ajudar a descobrir!*

Depois de todas as discussões, o professor resolveu o exercício no quadro e a partir da resposta perguntou:

Professor: *O trabalho é realizado pelo gás ou sobre o gás?*

Um aluno respondeu rapidamente que o trabalho era realizado pelo gás porque tinha o valor positivo. O professor elogiou a resposta, mas ressaltou a explicação física do problema.

Pouco antes de terminar a aula, uma última pergunta interessante foi pronunciada por um aluno:

Aluno 3: *Como eu diferencio no desenho se é uma transformação isotérmica ou isobárica?*

O professor explicou que muitas vezes só com o desenho fica complicado diferenciar uma da outra, mas fez uma demonstração a partir do gráfico esboçando duas isotermas e mostrando onde estaria uma adiabática naquele diagrama.

Em resumo, a aula apresentou uma boa desenvoltura. A interação professor-aluno ocorreu perfeitamente e algumas ações dos alunos mostraram que o domínio matemático e das equações dá uma segurança maior para responder as perguntas levantadas pelo docente.

OBSERVAÇÕES 2 E 3

Dia 10/08/2015 – das 8h45min às 10h15min (2 períodos)

Turma 201 – Professor II – Segundo ano do Ensino Médio

Era uma turma de segundo ano do Ensino Médio com um total de 34 alunos: 20 meninas e 14 meninos. A aula foi uma avaliação em que os alunos precisavam entregar tarefas escritas e o professor iria chamar um por um para conversar sobre o conteúdo e observar individualmente as dificuldades dos alunos e seu aprendizado. Isto aconteceu dentro de uma sala de aula formal, ou seja, não foi no laboratório de Física.

A organização da turma demandou muito tempo e paciência por parte do professor. Muitos estavam fora de seus lugares e pareciam não dar importância ao que estava sendo dito pela docente. Além disso, uma discussão sobre camisetas da turma fez com que 10 minutos da aula fossem desperdiçados.

Após o transtorno inicial, o professor falou sobre o cronograma da aula e mostrou as tarefas que deveriam ser entregues. Uma delas abordava questões puramente teóricas sobre a dilatação dos sólidos e a outra envolvia a dilatação dos líquidos, em especial a dilatação anômala da água. Os alunos não pareciam estar preocupados com a atividade avaliativa, nem com a parte escrita, nem com a parte da avaliação que consistia em uma conversa individual.

Na sequência, o professor começou a chamar os alunos para a conversa avaliativa. Esta conversa abordava assuntos diferentes para cada um dos alunos, mas em geral estava associada com processos de transferência de energia sob forma de calor, calorimetria e dilatação dos sólidos. Enquanto isso, alguns alunos buscavam fazer as atividades propostas e os demais se limitavam a copiar dos colegas que fizeram e a conversar sobre assuntos diversos.

Um fato interessante foi que um dos alunos percorreu a sala perguntando:

Aluno 1: *quando eu uso o “que macete”?*

Estava se referindo à equação para o calor sensível da calorimetria ($Q = m.c.\Delta T$), mas ninguém soube responder da maneira que satisfizesse suas expectativas. Outra pergunta que surgiu no meio da conversa entre os colegas foi a seguinte:

Aluno 2: (...) *o copo dilata ou se expande?*

A resposta foi que não havia diferença entre os dois.

Quanto à avaliação oral, no início o professor precisava chamar os alunos de forma aleatória para a conversa, mas depois de um tempo os alunos se ofereciam para serem

chamados. A recepção desse tipo de avaliação pelos alunos foi surpreendentemente positiva. Muitos comentaram que gostaram e que até aprenderam com o método avaliativo.

Em geral, pode-se dizer que a aula teve problemas com relação à conversa e à postura dos alunos em sala de aula. Entretanto, apresentou um resultado interessante na medida em que a aceitação dos alunos com a atividade de avaliação foi boa, o que pode representar uma inovação em relação ao quesito avaliação.

OBSERVAÇÕES 4 E 5

Dia 10/08/2015 – das 10h40min às 12h10min (2 períodos)

Turma 203 – Professor III – Segundo ano do Ensino Médio

Essa foi uma aula ministrada por um professor submetido ao programa de educação continuada do Colégio de Aplicação (CAp). Assim como a primeira aula observada no dia, ocorreu da forma formal no laboratório de Física. Era uma turma de segundo ano do Ensino Médio composta por 21 alunos, sendo 8 meninos e 13 meninas. A aula teve como conteúdo a Termometria, em especial as Escalas Termométricas e transformações entre as três principais escalas.

Foi uma aula bem tradicional com quadro e giz, em que o professor começou falando sobre termômetros, a dilatação térmica que ocorre no fluido no interior do termômetro devido à diferença de temperatura e os diversos tipos de termômetro. Entre eles, o termômetro que funciona eletronicamente a partir de um resistor dependente de temperatura (NTC).

A aula ocorreu com muitas interrupções. Os alunos eram bastante participativos e buscavam sempre perguntar quando tinham dúvidas, mas em geral eram perguntas que não envolviam o assunto em si, muito mais com a formalidade matemática que o professor utilizava em seu quadro. Ao falar sobre o funcionamento do termômetro que utiliza o NTC, uma aluna perguntou:

Aluna 1: Professor, o que é um resistor?

Uma pergunta completamente pertinente, tendo em vista que os alunos geralmente só têm contato com este assunto no terceiro ano do Ensino Médio. O professor respondeu explicando o resistor como um instrumento responsável por dificultar a movimentação de elétrons em um circuito.

Em seguida, o docente começou a explicar a conversão entre escalas. Primeiramente, fez a relação entre graus Celsius e Kelvin, dizendo que as variações nas duas escalas são equivalentes por se tratarem de escalas centígradas. Nesse momento ocorreu uma dificuldade

da turma em entender esta relação. O professor tentou explicar, mas se complicou com a matemática e fez cálculos equivocados, o que gerou uma bagunça generalizada dentro de sala de aula porque o cálculo que estava no quadro implicaria em uma temperatura menor que zero Kelvin. No fim, o professor corrigiu-se e conseguiu fazer com que os alunos entendessem.

A transformação de graus Celsius para Fahrenheit foi feita da maneira formal e matemática. Um dos alunos perguntou:

Aluno 2: É graus Fahrenheit (°F) ou só Fahrenheit (F)?

O professor respondeu que achava que agora já haviam decidido que seria apenas Fahrenheit (F) e que para fazer a transformação de unidades são utilizados os pontos de fusão e ebulição da água como referência.

Um fato curioso foi o conflito entre duas meninas em sala de aula, que discutiram por motivo extraclasse. A postura do professor perante a situação foi exemplar, agiu com tranquilidade e fez com que o conflito fosse neutralizado.

Pode-se dizer que foi uma aula bem interativa, contou com a participação em massa dos alunos. Os estudantes estavam atentos aos cálculos matemáticos realizados pelo professor e o corrigiam quando necessário.

OBSERVAÇÃO 6

Dia 11/08/2015 – das 8h às 8h45min (1 período)

Turma 302 – Professor I – Terceiro ano do Ensino Médio

Estavam presentes um total de 27 alunos, sendo destes 18 meninas e 9 meninos. Foi uma aula novamente ministrada dentro do ambiente do laboratório, mas em estilo de aula tradicional. O professor já havia mostrado uma desenvoltura exemplar nas observações relatadas anteriormente e nessa aula não foi diferente.

Era uma turma de terceiro ano de Ensino Médio e a aula foi desenvolvida em cima de quatro exercícios sobre circuitos elétricos. As perguntas dos exercícios fluíam entre descobrir o valor da resistência equivalente, a corrente elétrica total e a potência dissipada. Os exercícios foram transcritos no quadro negro pelo professor com muito capricho e organização.

Após escrever os exercícios no quadro, o docente fez a chamada. Essa turma estava muito atenta e respondeu à chamada sem demoras. Em geral se tratava de uma turma participativa e dedicada, mas muito disso se devia ao professor que tentava em todos os momentos chamar a atenção.

Em seguida, pediu para que os alunos tentassem resolver os exercícios sozinhos, mas se propôs a ajudar individualmente quem precisasse. Muitos alunos utilizaram deste recurso, mas para vários não foi o suficiente. As explicações do professor eram extremamente matemáticas e com pouco sentido na vida daqueles alunos, ao que parecia.

Então, o professor resolveu um dos exercícios no quadro, mostrando a sua maneira de resolvê-lo sem se importar com as demais maneiras de resolver o problema. Os alunos aparentaram entender perfeitamente o que foi feito e muitos ficaram eufóricos com isto.

O professor utilizou da prova para “amedrontar” os alunos e exigir atenção. Ficou nítido o controle que uma avaliação tem sobre os alunos, na medida em que muitos não estavam interessados em entender o que estava acontecendo, mas sim em saber o que estaria na prova ou até mesmo no temido exame vestibular. Isto pôde ser visto quando uma menina reivindica que a lista de exercícios que ela sabia fazer não iria cair na prova, ao passo esta parte do conteúdo, que ela não sabia fazer, cumpriria a totalidade da avaliação, e também no momento em que outra aluna perguntou para o docente:

Aluna 1: Como tu quer que eu faça este exercício na prova?

Foi uma aula para tirar dúvidas e, bastante interessante. A interação do professor com os alunos foi muito profunda, a forma como foi proposta a ajuda na resolução dos exercícios foi importante.

O que ficou claramente evidente nessa aula foi que, embora o professor se dedique em tentar fazer com que os alunos entendam os conceitos físicos, sempre encontra segurança na matemática.

OBSERVAÇÕES 7 E 8

Dia 11/08/2015 – das 8h45min às 10h15min (2 períodos)

Turma 202 – Professor II – Segundo ano do Ensino Médio

Nesta aula observei uma turma de segundo ano do Ensino Médio com um professor que já havia observado antes em outra turma de mesma série. A aula contava com 26 alunos no total, sendo que 15 deles eram meninas e 11 eram meninos. A aula foi ministrada em uma sala de aula formal onde havia o número de cadeiras exatas para o número de alunos na chamada.

No início da aula, o professor passou o cronograma em que apresentava uma proposta de avaliação individual igual à da aula relatada nas Observações 2 e 3. Quanto aos

exercícios teóricos que deveriam ser entregues no final da aula como parte da avaliação, houve um envolvimento extremamente bom por parte dos alunos.

Uma pergunta interessante que surgiu entre os alunos foi quanto aos copos que se fixam um dentro do outro, uma aluna indagou a outra sobre qual dos copos deveria ser aquecido para que se soltassem. A colega respondeu com exatidão, dizendo que deveria ser o copo de fora. Outra pergunta que surgiu foi a seguinte:

Aluno 1: (...) se eu colocar uma panela quente dentro da geladeira é a panela que transfere calor para a geladeira ou o contrário? Só pode ser a panela, por isso que a geladeira fica quente atrás.

A resposta quanto à transferência de calor de sua colega foi correta ao confirmar a premissa do colega. Entretanto, ela não sabia explicar sobre o funcionamento da geladeira, tampouco sobre o motivo do aquecimento atrás do aparelho.

Nessa aula, pôde ser visto como pode ocorrer a interação entre os alunos sem que a sala de aula se torne uma bagunça. O motivo disso foi certamente o interesse prévio dos alunos em resolver as atividades propostas. Ainda que muitas conversas paralelas tenham surgido depois de transcorrido algum tempo, todas que pude perceber eram pertinentes ao assunto que estava sendo trabalhado.

A recepção da atividade oral individual foi, assim como no relato anterior, bastante positiva. O rendimento aparente dos estudantes na atividade a ser entregue, isto é, nas questões teóricas descritivas, foi excelente, resultado da dedicação e empenho de grande parte da turma.

OBSERVAÇÕES 9 E 10

Dia 11/08/2015 – das 10h40min às 12h10min (2 períodos)

Turma 301 – Professor I – Terceiro ano do Ensino Médio

Essas aulas ocorreram nos dois últimos períodos da manhã, em uma turma de terceiro ano do Ensino Médio. Havia 27 alunos no total, 16 meninas e 11 meninos, que estavam presentes para acompanhar uma aula de resolução de exercícios sobre circuitos elétricos. A aula, assim como todas as observadas com esse professor, foi ministrada dentro do laboratório, mesmo sendo uma aula normal (sem atividade experimental).

Os períodos observados foram a continuação de mais um período anterior (sem observação). Pude perceber que, no período anterior (não observado) o professor fez uma revisão sobre associação de resistores em série e em paralelo.

O professor iniciou essa parte da aula resolvendo um dos problemas, de um total de quatro, essa questão contava com um circuito com resistores associados em série e em paralelo. O docente instigava os alunos a pensarem o motivo de se associar os resistores em paralelo, se a resistência equivalente dá um valor menor do que cada uma das resistências dos resistores associados deste modo: com isso, uma das alunas respondeu que a associação é feita em paralelo para diminuir a corrente que passa no resistor, podendo modificar alguma funcionalidade do equipamento eletrônico. Pasmado com a resposta, o professor elogiou e seguiu a aula.

Para outro exercício, o professor pediu que uma aluna fosse até o quadro negro para redesenhar o circuito, ou seja, tornar o exercício mais agradável visualmente para a resolução posterior, mas a menina não obteve êxito. Outro aluno foi ao quadro e também não conseguiu redesenhar da forma satisfatória. Só o terceiro voluntário conseguiu desenvolver a representação da forma correta.

O professor ressaltou a importância da inserção dos estudantes no pensamento científico e de se aprender a utilizar os desenhos que serão cobrados deles em exames vestibulares. Outro comentário importante é que o professor utilizou, em vários momentos, da prova para manter a organização em sala de aula, como uma forma de “intimidar” os alunos.

Assim, foi uma experiência interessante. Os alunos interagiram e puderam pensar por um tempo considerável como se resolvia os problemas. Além disso, puderam perceber que existem momentos em que se pode abrir mão da formalidade matemática para resolver as questões sem que haja prejuízo de aprendizagem.

OBSERVAÇÃO 11

Dia 12/08/2015 – das 8h às 8h45min (1 período)

Turma 102 – Professor I – Primeiro ano do Ensino Médio

A primeira observação do dia foi em uma turma de primeiro ano do Ensino Médio, contendo 31 estudantes, 13 meninas e 18 meninos, que foram submetidos ao conteúdo de Ciclos Termodinâmicos. A aula foi ministrada no laboratório, como de costume desse professor, e consistiu na continuação do que foi relatado na Observação 1.

A primeira ação do professor foi fazer a chamada, alguns alunos foram relapsos quanto a isto, mas em geral foram atenciosos e não demoraram muito para se acomodarem. Na sequência, após o término da chamada, o docente perguntou aos alunos:

Professor: *Vocês preferem estudar comigo ou sem mim, para a prova?*

Os alunos respondem em massa que preferem a ajuda do educador.

A aula serviu como mais uma evidência de que o professor é, altamente, sustentado pela matemática, embora estivesse claro que seu conhecimento sobre os conceitos da Física é grande. Em certo momento, o docente dirigiu-se aos estagiários que observavam a aula para alertar que é importante tentar explicar conceitualmente, mas muito do que pude observar na aula estava sustentado na resolução de problemas matemáticos.

Um ponto a ser destacado é que, depois de fazer com que os alunos pensassem sobre como descobrir o trabalho em um diagrama de pressão *versus* volume e instigá-los à utilização das fórmulas, o professor utilizou do artifício de calcular as áreas abaixo das curvas no diagrama para descobrir o trabalho. É importante dizer que ele evidenciava claramente que o valor numérico corresponde ao mesmo valor do trabalho realizado "pelo gás" ou "sobre o gás", mas que a unidade resultante não era uma unidade de área. Uma indagação que o professor fez para a turma foi a respeito do motivo de não haver pressão negativa, nenhum deles soube responder. Então, o professor explicou.

O docente explicou, também, que este artifício das áreas pode ser utilizado porque a formalidade matemática para a resolução dos problemas está além do que eles aprendem na escola. Então, um dos alunos perguntou:

Aluno 1: Porque não aprendemos esta matemática se ela seria útil?

Professor: Vocês não sabem nem fazer as contas básicas, somar e subtrair, como poderiam ensinar a matemática mais avançada para vocês?

Foi mais uma aula em que pareceu ficar claro que a matemática dá uma segurança tanto para o professor quanto para os alunos. As respostas obtidas da forma quantitativa dão sentido ao que se deve obter qualitativamente, entretanto, nem sempre acontece desta forma. É importante ressaltar aos alunos que os conceitos físicos, por vezes, dão origem à matemática que os suporta.

OBSERVAÇÕES12 E 13 (MONITORIA)

Dia 12/08/2015– das8h45min às 10h15min (2 períodos)

Turma 101 – Professor IV – Primeiro ano do Ensino Médio

Essa era uma aula de primeiro ano do Ensino Médio ministrada por um professor submetido ao programa de educação continuada do CAp. Eram, no total, 28 alunos, com 11 meninas e 17 meninos, em preparação para uma prova na semana seguinte sobre Ciclos Termodinâmicos. A aula foi ministrada no laboratório de Física da mesma forma mencionada

nas observações anteriores, isto é, sem atividades experimentais e apenas usando o espaço físico.

O docente iniciou passando uma folha para que os alunos assinassem no lugar da chamada, porque ele esquecer a lista de chamada. A turma demorou muito para se organizar e o professor não exerceu muito controle sobre as atitudes dos estudantes, embora o esforço para isto tenha sido grande. Em seguida, o docente cobrou um trabalho que já deveria ter sido entregue, mas alguns alunos argumentaram que não tiveram como entregá-lo. Sendo assim, o professor aumentou o prazo para a entrega.

O professor, então, utilizou do artifício do ditado para tentar neutralizar o barulho que os alunos estavam fazendo em sala de aula. Por certo tempo obteve êxito nesta estratégia e conseguiu ditar um exercício para que eles resolvessem em grupos. Alguns alunos procuraram os estagiários que observavam a aula para que os ajudassem. Um dos principais problemas foi na conversão de temperatura de graus Celsius para Kelvin.

Depois de auxiliar os alunos, com a ajuda dos estagiários, o professor resolveu o exercício no quadro. Tratava-se de um problema de transformação térmica: um fluido saía de um estado com temperatura, volume e pressão bem definidos era preciso descobrir qual seria a pressão para um volume e temperatura finais especificados. A resolução foi puramente matemática, aplicação pura da fórmula.

Então, para subtrair o barulho, o professor ditou outros dois exercícios, desta vez considerando o trabalho realizado sobre o gás ou pelo gás. Para estes novos dois exercícios, houve um silêncio um pouco maior por parte dos educandos.

Foi uma aula muito perturbada pelo barulho. Pude perceber, claramente, que a utilização do laboratório para se ministrar uma aula tradicional ou de resolução de exercícios exige um controle extremo do professor. A disposição dos estudantes no laboratório favorece a conversa aleatória, ou seja, que não tem correlação com o conteúdo que está sendo trabalhado em aula.

OBSERVAÇÃO 14

Dia 17/08/2015 – das 8h às 8h45min (1 período)

Turma 102 – Professor I – Primeiro ano do Ensino Médio

Essa observação foi em uma turma de primeiro ano do Ensino Médio submetido ao novo currículo da escola em que o conteúdo era Termodinâmica. O novo currículo estava sendo aplicado nas turmas de primeiro ano apenas, porque havia sido uma iniciativa recente e

se pretendia que esses alunos persistissem neste currículo até o final do ensino básico. Eram 28 alunos, totalizando 14 meninas e 14 meninos.

O professor fez a chamada e os alunos demoraram menos do que na observação anterior da mesma turma para se organizarem. Em seguida, pediu para que abrissem o livro para fazerem exercícios. Os livros já estavam dispostos sobre a mesa antes de os alunos chegarem à sala. Neste sentido, é importante salientar a organização do docente.

Os exercícios escolhidos mesclavam exercícios resolvidos do livro e não resolvidos. O professor disse quais exercícios deveriam ser feitos e avisou que eram para entregar, como forma de avaliação. O trabalho deveria ser resolvido em duplas.

A formação das duplas foi feita de forma rápida, entretanto, dois alunos ficaram sem duplas e não gostaram muito de terem que fazer juntos, mas o professor os convenceu a trabalharem em equipe. Em geral, os alunos buscaram se agrupar com colegas que tinham afinidade pessoal, e não se preocuparam em buscar o colega mais capaz.

Os estudantes indagaram o professor a respeito de colocar na avaliação exercícios que estavam resolvidos no livro e o educador argumentou que o objetivo dessa postura era fazer com que eles entendessem o exercício resolvido para conseguirem fazer os exercícios que não estavam resolvidos.

Uma parte dos alunos perguntou para o professor o que era um êmbolo, mas ele não respondeu, apenas levantou para a turma a dúvida e alguns outros alunos responderam. Outra dúvida levantada foi quanto aos sinais do calor e do trabalho. Então o professor explicou que quando o calor fosse maior que zero, o corpo recebia calor, quando o calor fosse menor que zero, o corpo cedia calor; quando o trabalho fosse maior que zero, seria exercido pelo gás, e quando o trabalho fosse menor que zero, seria exercido sobre o gás.

A aula observada mostrou novamente que a base matemática que o professor sustenta lhe dá segurança. A aplicação de fórmulas como forma de assegurar o conhecimento é evidente. Entretanto, o carisma e dedicação do docente para fazer com que os alunos entendam a Física da forma como ele explica é grande, e consegue fazer com que os alunos entendam as formulações matemáticas.

OBSERVAÇÕES 15 E 16

Dia 17/08/2015– das8h45min às 10h15min (2 períodos)

Turma 201 – Professor II – Primeiro ano do Ensino Médio

A aula foi uma turma de segundo ano do Ensino Médio contendo 30 alunos no total, sendo 18 meninas e 12 meninos. A aula começou no horário, mas grande parte dos alunos demorou certo tempo para ficar em silêncio. Consistiu na continuação da aula relatada nas Observações 2 e 3. O professor disse para os alunos que, depois do conselho de classe, eles teriam um estagiário como professor e que seria um dos dois que observavam a aula naquele dia.

O professor continuou a avaliação proposta na aula anterior e, para aqueles que já haviam concluído todas as atividades propostas, o professor distribuiu uma folha a fim de que esses alunos respondessem e fizessem uma autoavaliação de suas posturas nas aulas de Física. Todos os alunos deveriam responder o questionário, mas naquele momento, apenas responderam os que já haviam concluído; posteriormente, todos responderam.

Essa foi uma atitude interessante, porque pode fazer com que o professor tenha um retorno das suas aulas e da forma com que os alunos se enxergam nas aulas de Física e quem sabe um *feedback* do tipo de aprendizagem que estão tendo.

Algumas das perguntas do questionário eram as seguintes: O que te motiva a estudar? Para que e por que você estuda? A forma com que você é avaliado pode influenciar na sua vontade de aprender? Na sua avaliação, o que é uma avaliação justa? Qual é o papel da prova para a sua aprendizagem? É possível aprender durante uma avaliação?

Enquanto isso, alguns alunos que ficaram faltando responder à atividade oral na semana anterior direcionaram-se para a mesa do professor. A turma ficou em silêncio enquanto respondia o questionário. Depois que alguns terminaram o questionário autoavaliativo, o silêncio também acabou.

Foi muito interessante observar que o professor se importava com a opinião dos alunos, mostra que sua postura estava sempre em estado de mudança e que sua maneira de lecionar poderia se alterar de acordo com o que supre as necessidades dos estudantes. A recepção dos alunos com a atividade oral foi boa novamente. Muitos não se preocuparam com ela e estavam tranquilos.

OBSERVAÇÕES 17 E 18

Dia 17/08/2015– das 10h40min às 12h10min (2 períodos)

Turma 203 – Professor III – Segundo ano do Ensino Médio

Essa turma tinha aula com um professor submetido ao programa de educação continuada do CAP. Nesse dia, eram 28 alunos no total, contendo 18 meninas e 10 meninos que demoraram bastante tempo para ficarem em silêncio. Foi ministrada dentro do laboratório e o professor fez algumas demonstrações utilizando nitrogênio líquido.

Primeiramente, utilizou um preservativo masculino com água para demonstrar que a água congela rapidamente quando em contato com o nitrogênio líquido. Explicou que a temperatura de ebulição do nitrogênio é algo próximo de -196°C ; nesta temperatura, a água está em estado sólido. Os alunos aparentaram ter gostado bastante da atividade, mas a utilização do preservativo masculino para a realização foi um fator dificultador. A solução poderia ter sido uma preparação maior para a atividade, utilizando um balão.

Uma aluna perguntou:

Aluna 1: *O que acontece se eu tomar nitrogênio líquido?*

O professor disse que não recomendava que fosse feito isso, pois a temperatura é muito baixa. Outra pergunta foi a respeito da utilização prática do nitrogênio líquido. Então o professor diz que existem laboratórios que trabalham com nitrogênio líquido no ramo da enfermagem para a preservação de espermatozoides e óvulos. Além disso, o docente disse que existe uma utilização para o nitrogênio líquido que é o funcionamento de semicondutores e supercondutores. A forma com que o professor falou pareceu que ele tratava semicondutores e supercondutores como sendo a mesma coisa. Um dos alunos pediu um exemplo de material supercondutor e o educador não soube responder.

Após a demonstração, foi retomada a aula anterior, relatada nas Observações 4 e 5. Alguns alunos relataram que não estiveram na aula anterior, então não poderiam lembrar do que havia acontecido e, por isso, o professor retomou a aula sobre termômetros e a transformação entre as três principais escalas termométricas (Celsius, Fahrenheit e Kelvin). O educador explicou, na sequência, sobre a temperatura na Antártida. Informou aos estudantes que a temperatura no continente congelado é, por vezes, menor do que a temperatura de 0°C .

O professor corrigiu um erro que havia cometido na aula anterior, falou que a temperatura na escala Fahrenheit era medida em graus, assim como a escala Celsius, e não absolutamente, como a escala Kelvin. Redefiniu as escalas termométricas de acordo com os pontos de fusão e ebulição da água e mostrou as transformações novamente.

Foi uma aula interativa devido à presença das demonstrações, que foram muito instigantes e colaboraram para aumentar o interesse na aula, proporcionando a curiosidade dos alunos. Alguns equívocos sobre o conteúdo foram cometidos pelo professor, mas esses podem ser justificados, pois havia quatro estagiários observando a aula e se tratava de um professor com pouca experiência.

OBSERVAÇÕES 19 E 20 (MONITORIA)

Dia 18/08/2015– das 8h45min às 10h15min (2 períodos)

Turma 202 – Professor II – Segundo ano do Ensino Médio

Foi em uma turma que contou com 25 alunos, 15 meninas e 10 meninos, que estavam presentes nesse dia. A aula consistiu da continuação das atividades que haviam sido propostas na semana anterior, relatada nas Observações 7 e 8. Em resumo, foi tudo semelhante ao que aconteceu na outra turma do mesmo professor e de mesma série, no dia anterior.

O docente iniciou falando sobre o que aconteceria naquele dia e explicou sobre a autoavaliação. Enquanto alguns alunos se direcionavam à mesa do professor para fazerem a avaliação oral que não haviam feito na semana anterior, outros se autoavaliavam, mas até o final da aula, todos responderam o questionário.

Na sequência, o educador apresentou os dois estagiários que observavam a aula e disse que um de nós seria o regente da turma durante algum tempo. Os alunos, naquele momento, ficaram tentando adivinhar quem seria o professor que assumiria a turma deles enquanto olhavam para nós.

Para a realização das atividades, ocorreu um silêncio bastante grande. Aproveitando a oportunidade, o professor alertou a turma de que eles não deveriam se preocupar em serem aprovados ou reprovados, que o importante era o aprendizado dos alunos.

Alguns dos estudantes não haviam terminado as atividades teóricas que deveriam ter sido entregues na aula anterior, mas aproveitaram para terminar naquele momento. Alguns procuraram os estagiários para tirar algumas dúvidas e aproveitaram para conversar. Com essa conversa, pude perceber que se tratava de uma turma que gostava muito de socializar, gostavam de expressar suas opiniões e eram críticos com fatores sociais. Além disso, gostavam muito de atividades interativas e adoram as disciplinas de Sociologia e Filosofia. Quanto à Física eram indiferentes.

Essa foi uma aula muito importante, pois pude perceber que havia características interessantes nessa turma, como a interação social e criticidade dos estudantes. A atividade

avaliativa oral foi bem recebida por todos aqueles estudantes que não haviam sido submetidos a ela ainda. Os alunos demonstravam um carinho especial pelo professor titular de Física da turma.

OBSERVAÇÕES 21 E 22 (MONITORIA)

Dia 18/08/2015 – das 10h40min às 12h10min (2 períodos)

Turma 301 – Professor I – Terceiro ano do Ensino Médio

Foi observada, nessa aula, uma turma de 31 alunos, 16 meninas e 15 meninos. A aula iniciou depois do intervalo e foi uma continuação de um período anterior, que não fora observado, tampouco relatado. A aula consistiu em uma atividade simulativa referente à prova que os alunos teriam na semana seguinte.

A organização dos estudantes ocorreu de forma rápida. O silêncio dominou por bastante tempo, tendo em vista que os alunos encararam a atividade como se fosse a prova realmente. Enquanto os alunos tentavam fazer as questões, o docente falou em voz alta que cada um deles poderia pedir ajuda, uma única vez, para os estagiários. Naquela oportunidade, eram três estagiários que observavam a aula.

Eram dez exercícios sobre circuitos elétricos. Os cinco primeiros poderiam ser considerados de nível fácil, umas três questões poderiam ser classificadas como médias e, apenas duas, levando em conta o nível de conhecimento dos estudantes, ser consideradas difíceis. As atividades levavam em conta circuitos com resistores associados em série, em paralelo e circuitos mistos.

Na medida em que os alunos foram começando a sentir dificuldade, os estagiários foram acionados. Pude perceber que a principal dificuldade era na aplicação das equações, que era justamente o que era cobrado deles com as questões do simulado.

Foi uma aula em que tive a oportunidade de fazer monitoria, ou seja, ajudar os estudantes na realização das atividades propostas. Foi uma experiência importante, alguns estudantes relataram entender melhor com a minha explicação. Foi possível perceber também que os discentes estavam muito preocupados com a avaliação formal que ocorreria na semana seguinte. Não havia uma preocupação em aprender efetivamente o conteúdo, a preocupação era saber como resolver os problemas a fim de suprir as expectativas do professor na prova. Além do mais, a atividade proposta pode estar mostrando o quanto ainda é predominante a avaliação quantitativa, através de prova.

OBSERVAÇÕES 23 E 24

Dia 24/08/2015 – das 8h45min às 10h15min (2 períodos)

Turma 202 – Professor II – Segundo ano do Ensino Médio

Foi uma aula para uma turma de segundo ano do Ensino Médio. A aula seguiu o mesmo cronograma já relatado nas observações anteriores dessa turma. Eram 28 alunos no total, sendo 10 meninos e 18 meninas. O docente, inicialmente, falou para os alunos que concluiria as avaliações propostas nas aulas anteriores e solicitou que os alunos que ainda não haviam feito a autoavaliação a fizessem.

A turma foi bem comportada, embora tenha demorado certo tempo para fazer silêncio. O professor disse que deixaria aqueles que já tinham feito as atividades propostas na disciplina de Física, que fizessem atividades de outras disciplinas, desde que houvesse silêncio.

O docente verificou na lista de chamada quais eram os alunos que ainda não haviam respondido a atividade oral, daí começou a chamá-los. Os alunos não hesitaram, mantiveram a ordem por um tempo considerável. Depois de algum tempo, alguns começaram a mexer nos *smartphones*, tirar fotos e conversar sobre assuntos aleatórios.

Conforme relatado anteriormente, os estudantes possuíam um carinho especial pelo professor. Muito disso pode ser devido à forma de avaliação do professor que lhes proporciona a oportunidade de não se preocuparem com a reprovação.

Em geral, nessa aula, os estudantes que foram chamados para responderem à atividade avaliativa oral demoraram muito mais tempo com relação aos alunos que responderam nas aulas anteriores. Além disso, alguns alunos perguntaram se poderiam refazer a atividade, e a resposta do docente foi positiva.

Ao fim, o professor relatou aos alunos o resultado obtido no geral da turma. O que foi notado por ele, segundo relatou, foi que alguns alunos não gostam de estudar Física e muitos têm dificuldade em aprender Física. Depois disso, o professor pediu para que os estudantes falassem sobre a sua aula, mas poucos se manifestaram. O professor finalizou dizendo que o aprendizado é um direito dos alunos que eles devem perguntar.

A observação dessa aula foi simples, não teve muita interação sobre o conteúdo. Contudo, foi importante para visualizar a interação entre os colegas e a forma com que se organizavam quando a disposição espacial em aula era livre.

6 RELATO DAS REGÊNCIAS

Neste capítulo apresentamos os Planos de Aula, previamente preparados e apresentados em formato de Microepisódios de Ensino aos colegas e à professora da disciplina de Estágio de Docência na UFRGS, totalizando 14 (quatorze) horas-aula. Depois dos Planos de Aula, que são numerados indicando o número de períodos de cada encontro, apresentamos um Relato de Regência, onde é descrito como se desenvolveu cada aula e são feitas algumas reflexões sobre o desempenho como regente e se os objetivos foram, ou não, alcançados.

Para essa etapa do processo, foi necessário que uma turma dentre as observadas fosse escolhida. Pensando no referencial teórico adotado, na referência epistemológica e na ideia de aulas voltadas ao pensamento crítico, interações sociais e menos conteudista, optou-se por uma turma de segundo ano do Ensino Médio que tivesse o perfil mais adequado. Com base nas observações e relatos de professores da escola, foi escolhida a Turma 202 do Colégio de Aplicação.

6.1. Planos de aula e relato das aulas na regência

PLANO DE AULA 1 e 2 (2 períodos)

Data: 14/09/2015

Conteúdo:

- Introdução ao pensamento científico;
- Luz sob uma perspectiva crítica.

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

- a) perceber a ciência como uma atividade humana e mutável;
- b) construir uma noção inicial do significado de “revoluções científicas”, “quebra de paradigmas” e “ciência normal”, conceitos associados à visão da ciência de Thomas Kuhn (2013);
- c) refletir as relações de interesse que surgem a partir de ações políticas que envolvem assuntos científicos e tecnológicos;
- d) identificar o paradigma atualmente aceito para o conceito de luz e;
- e) interpretar instrumentos e signos capazes de mediar a sua ação em sociedade.

Procedimentos:Atividade Inicial

- Apresentarei os objetivos do período do estagiário em docência;
- Introduzirei aspectos da Epistemologia;

Desenvolvimento

- Farei uma apresentação do contexto histórico do conceito de luz
- Entregarei e farei a leitura em conjunto com os alunos de um texto disponibilizado pela UNESCO⁴ sobre o Ano Internacional da Luz
- Promoverei um amplo debate com os alunos e entre eles para discutir o texto
- Farei uma apresentação da luz sob a perspectiva científica atual

Fechamento

- Retornarei ao texto instigando uma reflexão agora com uma visão científica do que foi apresentado;
- Proporei uma discussão assistida entre os alunos.

Recursos:

- Computador e projetor;
- Slides de apresentação (*powerpoint*);
- Texto impresso disponibilizado pelo professor aos alunos;
- Materiais de uso comum (M.U.C.)

RELATO: REGÊNCIAS 1 E 2

Dia 14/09/2015 – das 8h45min às 10h15min (2 períodos)

Turma 202 – Segundo ano do Ensino Médio

A minha primeira aula com a turma 202 foi no segundo e terceiro períodos de segunda-feira e contou com a presença de 30 alunos, sendo 14 meninos e 16 meninas. A professora orientadora deste trabalho também esteve presente durante todo o tempo da aula. A aula foi uma introdução ao pensamento científico, contendo alguns aspectos de epistemologia, e um apanhado histórico sobre o conceito de luz, buscando uma relação entre a história da Física e os conceitos fundamentais da filosofia da ciência de Thomas Kuhn. A aula foi exposta em *data show* e buscou uma interação entre os alunos e o professor.

⁴ Disponível em: <http://www.unesco.org/new/pt/brasil/abou-this-office/prizes-and-celebrations/2015-international-year-of-light/>. Acesso em 28/08/2015.

Chegando à sala, percebi que muitos estudantes não estavam presentes. Na medida em que se aproximava a hora da aula, muitos alunos começaram a chegar. Os alunos não estranharam a presença do estagiário, porque, por se tratar de uma escola vinculada a uma Instituição de Ensino Superior (IES), os estudantes já estavam acostumados com situações semelhantes.

O professor titular da turma apresentou-me e comentou que eu era estudante concluinte do curso de Física da UFRGS. Os discentes foram muito receptivos e aparentaram estar felizes por terem sido a turma escolhida para a regência. A organização da turma demorou um pouco, mas pude iniciar a aula com 15 minutos de atraso apenas.

Ao iniciar, expus a metodologia que iria utilizar, especifiquei o tempo que ficaria com eles e a forma de avaliação. Falei de forma breve sobre inserir o conhecimento científico em um contexto tecnológico e social, ressaltando que a minha regência duraria sete semanas e dei uma prévia sobre a pesquisa que eles deveriam desenvolver para ser utilizada como avaliação.

Em seguida, distribuí um questionário (Apêndice A) que serviria como forma de direcionamento da aula. O preenchimento do questionário demorou pouco mais de dez minutos e foi respondido por todos os estudantes que estavam presentes.

Enfim, pude começar a aula com uma apresentação de slides (Apêndice B) projetada na parede da sala. A capa da apresentação dizia: “Introdução ao pensamento científico e o desenvolvimento histórico do conceito de luz: uma análise histórica e epistemológica para o que se vê”. Assim já surgiu a primeira pergunta interessante.

Aluno 1: Professor, o que é epistemológico?

Disse, então, que a resposta estaria no terceiro *slide* da apresentação.

Para introduzir a aula, pedi para que os estudantes respondessem e interagissem entre si sobre “o que é ciência”. O resultado foi interessante quanto à interação entre os colegas e as respostas foram as mais diversas. Um deles respondeu que a ciência era o estudo de tudo, outro disse que era o estudo do homem, outro relatou que a ciência tratava-se do contrário de Deus. Esta última afirmação gerou uma discussão entre dois alunos, em que um deles discordava fortemente da afirmativa e o que proferiu as palavras tentava defender a sua ideia.

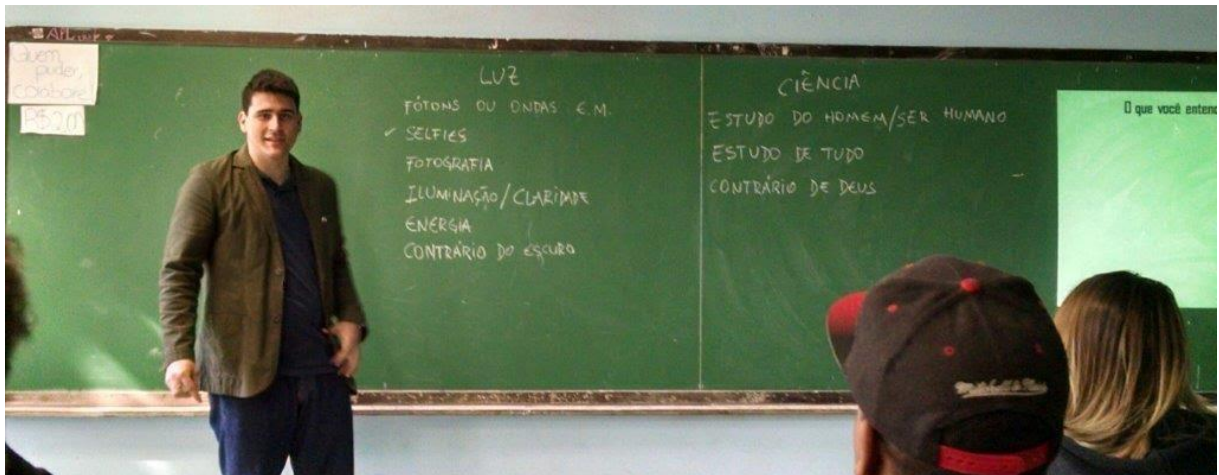
A primeira parte da aula foi dedicada a uma introdução do pensamento científico. Falei sobre o empirismo-indutivismo, citando Francis Bacon e focando na ideia de Immanuel Kant. Quando expliquei sobre a ciência representar uma verdade absoluta na visão destes autores, um dos alunos falou:

Aluno 2: Era baseada em fatos!

Confirmei a afirmação e dei continuidade. Falei sobre epistemologia se tratar da filosofia da ciência, ou seja, como se dá o desenvolvimento do pensamento científico, respondendo à pergunta inicial. Na sequência, especifiquei a epistemologia de Thomas Kuhn, como se dá a formação da ciência normal com os paradigmas e a estrutura das revoluções científicas, foco da teoria desse autor.

Na segunda parte da aula, comecei deixando uma pergunta para que ocorresse a interação novamente – o que você entende por luz? –, mas a primeira resposta que surgiu foi que era fótons ou onda eletromagnética, outros disseram que era energia, alguns citaram a iluminação e, a resposta que mais deu discussão foi a *selfie*⁵. Alguns dos discentes acreditavam que o melhor seria falar fotografia, outros disseram que era a mesma coisa, logo poderiam utilizar qualquer termo. A figura abaixo mostra as ideias dos alunos sobre ciência e luz.

Figura 4: Ideias sobre o que é luz e ciência manifestadas pelos alunos.



FONTE: Foto produzida pela professora orientadora deste trabalho – Neusa Teresinha Massoni (2015).

Então, comentei sobre a importância da luz para a raça humana desde seu surgimento até os dias de hoje. Fiz um apanhado histórico sobre a concepção filosófica de luz, falando de Pitágoras, Platão e Aristóteles, mostrando que os dois primeiros se aproximavam da teoria corpuscular da luz, enquanto o terceiro estava mais próximo do que se entende hoje como onda. Ressaltei a importância do iraquiano Al-Haytham para o conceito de luz e mostrei que este já introduzia conceitos importantes, como fontes autoluminosas e fontes acidentais de luz, além da propagação em linha reta.

A sequência foi uma tentativa de promover o pensamento crítico dos estudantes com relação às tecnologias que envolvem a luz. Esse processo foi mediado por um texto (Anexo

⁵ Fotografia tirada de si mesmo.

A) que falava sobre a determinação da Assembleia Geral das Nações Unidas em eleger o ano de 2015 como o ano internacional da luz e das tecnologias ópticas. Após a leitura do texto, levantei duas perguntas para que houvesse interação entre os estudantes. Perguntei: “quais são as tecnologias que estão associadas à luz?”, “que influências sociais estas tecnologias têm?”. A intenção era fazer com que eles chegassem à conclusão de que a luz se assemelha com outras formas de interação que eles conhecem, como o sinal de internet sem fio. Um dos alunos perguntou:

Aluno 3: Tá perguntando só do visível ou pode ser qualquer forma de luz?

Respondi que seria qualquer forma de “luz”, seja no visível ou fora do visível, mesmo que eles não tivessem visto nada sobre isso em aula ainda (embora fora da faixa do visível tipicamente não chamamos de “luz”, mas tão somente radiação). Falaram sobre as tecnologias relacionadas ao sinal de telefonia e de internet sem fio, além de mencionarem de forma rápida a geração de energia.

A terceira etapa da experiência didática foi dedicada a fazer a interação entre a luz e os paradigmas científicos da teoria kuhniana. Mostrei para eles que, historicamente surgiram dois paradigmas científicos, um considerando a teoria corpuscular da luz e outro a ondulatória. O primeiro foi sustentado por Newton e Descartes, enquanto o segundo foi defendido por Young e Huygens, além da demonstração matemática de Maxwell e o experimento de Hertz. Mostrei que a teoria corpuscular explicava fenômenos conhecidos na época, como a reflexão e a refração, mas deixava a desejar quanto a outros, como a interferência e difração.

Demonstrei, então, onde ocorriam os conflitos de paradigmas e a forma com que cada um obteve *status* na comunidade científica. Tentei ajudá-los a identificar as inconsistências nos paradigmas que fizeram com que estes perdessem a disputa no processo de revolução científica.

Por fim, falei sobre o paradigma onda-partícula, que é o que compõe a atual ciência normal. Expliquei qualitativamente o efeito fotoelétrico e os fenômenos de interferência e difração para mostrar que faria sentido considerar uma dualidade onda-partícula para a luz e isto deveria compor o que é aceito pela comunidade científica na atualidade. Uma pergunta interessante foi a seguinte:

Aluno 1: A gente viu na Química que a luz tem massa, mas na Física disseram para nós que a luz não tem massa. O que é realmente verdade nessa história?

Respondi que o fóton não possui massa de repouso, mas se considerarmos a luz sempre em movimento com sua velocidade muito alta, existe uma “massa” relacionada à

energia, mas isso é bem mais elaborado, exige um entendimento matemático e físico que ainda não era o nosso propósito. Achei interessante a pergunta, mesmo que eu não pudesse respondê-la na plenitude, porque é importante ver que os estudantes se interessem pelo conhecimento atual sobre luz, que envolve a Física Moderna e Contemporânea (FMC).

A aula foi interessante, embora a proposta da aula envolvesse bastante interação entre os alunos e o professor, o que prejudicou o controle com relação às conversas paralelas. Além do mais, alguns comentários fizeram com que ocorresse a motivação para continuar com a proposta de interação. Os discentes são muito comunicativos e expressam muito bem suas opiniões, além de gostarem de manifestá-las, ao que pareceu, nesse primeiro contato como regente.

PLANO DE AULA 3 e 4 (2 períodos)

Data: 21/09/2015

Conteúdo:

- Propriedades ondulatórias (ondas mecânicas e eletromagnéticas) e;
- Espectro eletromagnético.

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

- a) interpretar informações de caráter científico provenientes dos veículos de comunicação;
- b) descrever as propriedades ondulatórias como frequência, comprimento de onda e amplitude de ondas mecânicas;
- c) associar, por analogia, as ondas eletromagnéticas às ondas mecânicas.
- d) relacionar a luz com as demais ondas eletromagnéticas do espectro eletromagnético;
- e) assimilar a importância social das tecnologias que existem devido às ondas eletromagnéticas e;
- f) interpretar instrumentos e signos capazes de mediar a sua ação em sociedade.

Procedimentos:

Atividade Inicial

- Apresentarei uma reportagem do site do G1⁶ que fala sobre ondas eletromagnéticas;
- Instigarei os estudantes a interpretarem de forma crítica o texto apresentado.

⁶ Disponível em: <http://g1.globo.com/fantastico/noticia/2015/08/estudo-mostra-que-radiacao-de-celulares-pode-ser-prejudicial-saude.html>. Acesso em 23/08/2015.

Desenvolvimento

- Retomarei a análise dos paradigmas científicos apresentados nas aulas anteriores (corpúscular *versus* ondulatório);
- Introduzirei as propriedades ondulatórias (comprimento de onda, frequência, amplitude) com experimentos e simulações utilizando, inicialmente, ondas mecânicas;
- Introduzirei a discussão sobre ondas eletromagnéticas fazendo uma analogia com as ondas mecânicas;
- Manterei o enfoque no paradigma ondulatório para a luz, isto é, luz como onda;
- Promoverei uma discussão sobre o espectro eletromagnético e a relação entre a parte visível (luz visível) e a parte que não se enxerga (micro-ondas, raios X etc.) e;
- Discutirei onde se utiliza as tecnologias relacionadas ao espectro eletromagnético no cotidiano.

Fechamento

- Retornarei ao texto inicial instigando uma reflexão, nesse momento com uma visão científica, do que foi apresentado;
- Proporei uma discussão assistida entre os alunos.

Recursos:

- Computador e projetor;
- Slides de apresentação (*powerpoint*);
- Texto impresso disponibilizado a todos os alunos;
- Espectroscópio de luz visível confeccionado com materiais de baixo custo e;
- Materiais de uso comum (M.U.C.).

RELATO: REGÊNCIAS 3 E 4

Dia 21/09/2015 – das 8h às 9h30min (2 períodos)

Turma 202 – Segundo ano do Ensino Médio

A minha segunda aula como regente da Turma 202 foi no primeiro e segundo períodos de segunda-feira, em que estavam presentes 29 alunos, sendo 13 meninos e 16 meninas. Nesse dia, estavam presentes em sala de aula a professora orientadora deste trabalho e também a professora titular da turma. O conteúdo ministrado foi ondas e espectro eletromagnético. Utilizei a estratégia proposta por Aikenhead (1994) a fim de colocar o CTS

em prática. Para isto, entreguei aos alunos um pequeno texto⁷ (Anexo B) de uma reportagem televisiva falando sobre os riscos do uso do telefone celular e a relação disso com as ondas eletromagnéticas, além de conter opiniões favoráveis e contrárias sobre esse risco, de diferentes cientistas, empresários etc., além de uma apresentação com *data show* (Apêndice C) para perpassar os domínios tecnológicos e científicos.

A aula não iniciou com atraso, todos os alunos chegaram com antecedência, o que facilitou o processo. Comecei falando sobre o que seria o tema daquela aula e distribuindo a reportagem de forma impressa para os estudantes. Após discutirmos alguns fatores importantes que estavam descritos no texto, perguntei a eles qual seria, em suas opiniões, a relação entre as ondas trabalhadas no texto (micro-ondas, caso do celular) e a luz que enxergamos. Muitos disseram, sem pensar muito, que eram ondas. Busquei discutir e instigar a participação e o diálogo entre os colegas, tendo em vista que é a partir da interação social que os indivíduos criam ferramentas psicológicas (signos) responsáveis por mediar a ação, na perspectiva da teoria de Vygotsky, que foi um referencial teórico no qual me embasei. Muitos manifestaram suas opiniões e discutiram entre si, mas outros ainda estavam sonolentos e pouco participativos.

Com respeito à inserção no domínio tecnológico, procurei discutir a partir da geração de sinais nas antenas e a captação destes sinais pelos equipamentos eletrônicos. Deixei no ar a pergunta sobre a forma com que ocorre essa geração e captação de sinais e parti para buscar um entendimento dos conceitos científicos necessários para descrever este fenômeno.

O domínio científico foi iniciado de forma que os discentes entendessem primeiro o que é uma onda. Iniciei definindo e demonstrando o que é onda mecânica e, na sequência, onda eletromagnética. Utilizei um cano maleável de instalações elétricas para demonstrar como um pulso se propagava em um meio material. Desta forma, foi introduzido o conceito de onda como uma sucessão de pulsos que se propagam em uma direção. Fazendo isso, perguntei o que aconteceria se eu aumentasse a velocidade com que a minha mão se agitava gerando os pulsos. Então surgiram as seguintes respostas:

Aluno 1: *A onda aumenta. Não, o pulso aumenta.*

Aluno 2: *A frequência aumenta!*

Na sequência, disse-lhes que retomariamos a questão da velocidade da minha mão em breve. Dei continuidade diferenciando as ondas mecânicas das ondas eletromagnéticas de modo a favorecer que os estudantes entendessem que uma delas necessitava de um meio

⁷ Estudo mostra que radiação de celulares pode ser prejudicial à saúde.

material para se propagar, enquanto a outra não. Utilizei os exemplos das ondas do mar, das ondas que se propagam em cordas e do som para explicar a perturbação do meio e, por consequência, a propagação da onda mecânica.

Mostrando, no *powerpoint*, um desenho de uma propagação transversal de uma onda, expliquei os conceitos de amplitude da onda, que é importante porque está associada à energia de uma onda clássica, mostrei o que é o comprimento de onda e a repetição da oscilação periódica e, utilizando esse mesmo desenho, embora agora encolhido, mostrei que, ao encolher o desenho, aumenta a quantidade de pulsos que se propagam em um espaço, o que caracteriza o aumento da frequência. Assim, introduzi o conceito de frequência, ressaltando que esta é a quantidade de pulsos que se propagam por unidade de tempo. Aparentemente, os alunos entenderam o que estava sendo dito, não manifestaram oposição e pareceram concordar com tudo que estava sendo apresentado.

Passada essa primeira explicação, comecei a falar de ondas eletromagnéticas. Como eles não haviam estudado nada sobre campo elétrico e campo magnético, busquei alternativas para que eles entendessem cada um da forma cotidiana. Usei o exemplo dos televisores antigos que “puxam” os pelos dos braços logo que o aparelho é desligado e, do ímã fixado em geladeiras. Assim, pude explicar que a onda eletromagnética é formada pela oscilação periódica e transversal de dois tipos de campos, um campo elétrico e um campo magnético, no tempo.

Explicando as ondas eletromagnéticas, resolvi usar como exemplo a visualização das estrelas, isto é, mencionei que se a luz fosse uma onda mecânica não poderíamos enxergar as estrelas, porque a luz proveniente das mesmas passa por regiões em que não há meio material, existe o vácuo. Surgiu, então, uma interação interessante entre o professor e os estudantes.

Aluno 3: Professor, o que pode ser considerado um meio?

Para responder, utilizei o exemplo do ar que estava na sala. Este era tomado como o meio responsável pela propagação do som naquele ambiente.

Aluno 4: Tá, mas de qualquer forma, as duas ondas estão em um meio, só que uma delas não precisa necessariamente deste meio para se propagar. É isso?

Estagiário: Bom, vamos pensar assim. Imaginem que nesta sala eu retirasse todo o ar contido dentro dela. Vocês não conseguiriam ouvir a minha voz. Entretanto, conseguiriam me enxergar porque a luz é uma onda eletromagnética e não precisa de um meio para se propagar, então, se não tivesse o ar na sala, ainda assim eu seria visto, mas o som não seria escutado por vocês, por se tratar de uma onda mecânica. Mas, mesmo com o ar, vocês me

enxergariam. Então, a onda eletromagnética se propaga quando há um meio também, mas não é necessário que haja esse meio, como é para as ondas mecânicas.

A partir disso, comecei a explicar o espectro eletromagnético. Mostrei que esse tipo de onda, onda eletromagnética, não compreende apenas a luz que enxergamos, mas também outras partes invisíveis. Falei que todas as formas de onda eletromagnéticas se propagam com a mesma velocidade e esta velocidade é maior do que tudo o que eles poderiam imaginar. Para mostrar o quão grande é a velocidade da luz, busquei fazer a relação com a vida deles perguntando:

Estagiário: *Qual é a distância daqui até o RU⁸?*

Alunos: *Mais ou menos um (1) quilômetro.*

Estagiário: *E quanto tempo vocês demoram para caminhar daqui até lá a pé?*

Alunos: *Uns 10 minutos.*

Estagiário: *Bom, imaginem que a luz tem uma velocidade tal que ela percorre 300.000 quilômetros em um (1) segundo. Todas as ondas eletromagnéticas propagam-se no vácuo com essa velocidade. Agora imaginem que o Sol está a uma distância tal que qualquer informação referente a ele demora aproximadamente oito (8) minutos para chegar até nós. Logo o Sol está a uma distância considerável. Já as estrelas, a mais próxima de nós está a uma distância tal que qualquer informação sobre ela demoraríamos mais de quatro (4) anos para descobrir.*

Aluno 5: *Quer dizer, então, que olhar para as estrelas é como olhar para o passado?*

Respondi de forma afirmativa e fiquei empolgado para continuar no assunto, mas era necessário dar continuidade no processo didático. Voltando à explicação sobre o espectro eletromagnético, fiz a relação entre frequência e comprimento de onda a fim de que eles entendessem que são inversamente proporcionais, levando em consideração que todas as frequências se propagariam com a mesma velocidade se não houvesse a mudança de meio. Percebi que a abordagem conceitual adotada nas aulas frente à forte tradição escolar em fomentar a formulação matemática no ensino da Física propiciou que um aluno perguntasse o seguinte:

Aluno 6: *Professor, não tem uma fórmula que represente isso? Eu entendo melhor quando eu vejo a equação.*

Falei que havia e escrevi no quadro negro a relação de proporção e a velocidade de propagação, como o termo constante para a igualdade. Na sequência, expliquei que as ondas

⁸ Restaurante Universitário

que se propagam com velocidades altas, ou seja, próximo à velocidade da luz (no caso do espectro, na velocidade da luz) havia uma relação de energia que não dependia da amplitude, mas sim da frequência. Mostrei no espectro eletromagnético projetado, quais os tipos de ondas eletromagnéticas eram os que possuíam maior frequência e, por consequência, menor comprimento de onda e maior energia. Em seguida, fiz a distinção entre radiações ionizantes e não ionizantes para que eles entendessem melhor o texto entregue no início da aula.

Para tornar interessante, ainda distribuí um espectroscópio de luz visível (construído por mim) para que eles enxergassem, apontando para a lâmpada, todas as cores que compõem a faixa do visível do espectro eletromagnético.

Figura 5: Visualização do espectro visível com auxílio do espectroscópio.



FONTE: Fotografia registrada pelo autor (2015).

Finalizando o domínio científico, retornei ao domínio tecnológico buscando mostrar como as antenas propagam e recebem o sinal. Para isso, utilizei dois aplicativos⁹ livres na rede. Um deles possibilitava a movimentação aleatória de uma carga elétrica gerando uma região de perturbação no espaço. O outro era bem mais voltado para o dia a dia, era uma antena de transmissão em que passava uma corrente elétrica e gerava uma perturbação no espaço, esta onda se propagava até encontrar a antena de uma residência, por exemplo, e gerar a passagem de uma corrente elétrica que induziria o funcionamento do aparelho eletrônico que necessita daquele sinal.

Retornando para o domínio social e chegando à última etapa do processo, tentei motivar a participação dos alunos. No texto inicial havia uma discussão entre dois cientistas, um deles defendia a ideia de que as micro-ondas dos celulares são prejudiciais à saúde, enquanto o outro estava certo de que a radiação emitida pelos telefones celulares era

⁹ Simulação Irradiando Carga. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/radiating-charge. Acesso em 09/09/2015 e Simulação Ondas de Rádio e Campos Eletromagnéticos. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/radio-waves. Acesso em 09/09/2015.

inofensiva. Perguntei a eles qual das duas ideias estava de acordo com a comunidade científica atual e pedi para que eles se manifestassem. Percebi que houve uma divisão da turma em torno das duas opiniões. Pedi, então, para que um representante de cada ideia manifestasse sua opinião em público.

Aluno 7: Acho que eles acreditam que é prejudicial, porque foram feitos experiências que comprovaram isso.

Aluno 3: Não pode ser, o professor acabou de dizer que as radiações ionizantes são aquelas de maior energia. As micro-ondas não tem alta energia, não pode ser prejudicial. E se forem, ainda não é aceito pelos cientistas, porque tá nos livros assim.

É fácil perceber a relação de influência de cada aluno com relação aos demais. Quando o Aluno 3 manifestou sua ideia, mais nenhum colega se opôs. Grande parte da turma concordou que a comunidade científica ainda não aceita que as ondas dos celulares possam ser prejudiciais. Encerrei a aula falando sobre a importância do entendimento crítico das situações que envolvem ciência e tecnologia e como isto é importante para o desenvolvimento social. Da fala do Aluno 7 pode-se ver também como muitos estudantes têm uma visão equivocada sobre a ciência, percebendo-a como produtora de verdades, dado que o conhecimento científico originar-se-ia de experimentos e comprovações.

Essa segunda aula foi uma experiência extremamente positiva. A ideia da utilização do CTS em sala de aula parecia-me inviável antes dessa oportunidade. Pude perceber o quanto a turma participou e até onde é possível contar com a colaboração deles com relação às inovações nos métodos de ensino. A perspectiva adotada nessa aula foi muito prejudicada, a meu ver, devido a um entendimento equivocado sobre a Física que os estudantes constituíram durante toda a sua vida escolar, de que ela [a Física] está quase sempre ancorada com métodos matemáticos que, muitas vezes, não fazem sentido para os alunos. Por isso, é importante encarar a oportunidade como positiva e motivadora para a continuidade do processo.

PLANO DE AULA 5 e 6 (2 períodos)

Data: 28/09/2015

Conteúdo:

- Reflexão da luz.

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

- a) observar a reflexão e percebê-la como um fenômeno presente em sua vida;
- b) desenvolver ideias, em conjunto com os colegas e professor, para que esteja apto a abordá-las sozinho no futuro;

- c) captar as propriedades dos raios de luz;
- d) assimilar as leis da reflexão a fim de que consiga entender a formação de imagens em espelhos planos e;
- e) interpretar instrumentos e signos capazes de mediar a sua ação em sociedade.

Procedimentos:

Atividade Inicial

- Discutirei com os alunos apresentando uma foto (um espelho convexo de um retrovisor de automóvel contendo um aviso para evitar acidentes) a fim de que eles entendam que o fenômeno de reflexão é importante;
- Formarei duplas, de acordo com minha percepção (já levantada no questionário aplicado à turma), buscando juntar estudantes que demonstram mais dificuldade de compreensão dos conceitos físicos com parceiros mais capazes e;
- Instigarei a discussão nas duplas sobre a foto mostrada a título de problematização inicial.

Desenvolvimento

- Falarei sobre fontes primárias e secundárias de luz;
- Introduzirei os princípios de propagação da luz;
- Proporei que os alunos juntem-se nas mesmas duplas iniciais para realizarem duas atividades de pensamento sobre a formação de imagem nos espelhos planos (tamanho, características, etc.);
- Farei uma distinção entre superfícies (meios) transparentes, translúcidas e opacas e;
- Explicarei as leis da reflexão e a formação de imagens em espelhos planos.

Fechamento

- Mostrarei como cada paradigma científico para o conceito de luz explicaria o fenômeno da reflexão (paradigma corpuscular *versus* paradigma ondulatório) e;
- Utilizarei a reflexão de um pulso em uma corda como analogia utilizando uma simulação computacional.

Recursos:

- Computador e projetor;
- Slides de apresentação (*powerpoint*) e;
- Materiais de uso comum (M.U.C.).

RELATO: REGÊNCIAS 5 E 6

Dia 28/09/2015 – das 8h às 9h30min (2 períodos)

Turma 202 – Segundo ano do Ensino Médio

A terceira experiência como professor responsável pela turma foi nos dois primeiros períodos da semana letiva. Estavam presentes 20 estudantes, sendo que a metade eram meninos e a outra metade, meninas. Não estavam presentes em sala de aula a professora orientadora deste trabalho nem a professora titular regente da turma. Naquele dia, foi ministrada aula sobre o fenômeno de reflexão a partir de uma apresentação de slides (Apêndice D).

Essa foi uma experiência em que não utilizei a perspectiva CTS como base, mas sim diretamente alguns conceitos vygotskyanos. Procurei, inicialmente, formar duplas em que houvesse um parceiro mais capaz. A escolha das duplas foi feita a partir do questionário aplicado na primeira aula (Apêndice A) e com base na quinta pergunta, que indagava sobre se considerar bom aluno em Física, ou não. Desta forma foi possível formar duplas em que um dos integrantes pôde ser caracterizado como parceiro mais capaz. A intenção era que a interação social entre os pares propiciasse um ambiente favorável à criação de signos.

A primeira ação da aula foi formar as duplas, previamente escolhidas por mim. Entretanto, não foi dito a eles a forma (razão) com que as duplas foram escolhidas, mas sim que havia sido feito um sorteio prévio e que aquele fora o resultado. Contrariando o que eu havia pensado antes, os alunos encararam muito bem a “imposição” das duplas, formaram-nas com rapidez e sem reclamações. Os que ficaram sem dupla devido ao alto índice de ausências nessa aula, agruparam-se de forma aleatória entre si.

Comecei a aula mostrando uma imagem de um espelho convexo de um retrovisor de automóvel em que estava escrito o seguinte: “Os objetos no espelho estão mais próximos do que aparentam”. Com isso, fiz com que as duplas discutissem entre si sobre três perguntas que deixei projetadas na tela, são elas:

Pergunta 1: *Por que alguns veículos possuem este aviso nos retrovisores laterais?*

Pergunta 2: *Esta informação também está contida no espelho do interior do veículo?*

Pergunta 3: *Qual o conceito Físico está relacionado com o entendimento desta imagem?*

Ouvi alguns comentários aleatórios durante a discussão dos discentes. Alguns argumentavam que era a luz, outros diziam que era o reflexo, outros mencionaram as ondas eletromagnéticas. Mas o objetivo não era ouvir a “resposta certa” naquele momento, a ideia

era que a discussão proporcionasse uma reflexão mútua entre os estudantes para que, em breve, pudessem desenvolver uma atividade mais elaborada para chegarem a um melhor entendimento do assunto.

Na sequência, iniciei a aula propriamente dita. Referenciando Al-Haythan (ou Alhazen, na forma latina), que já havia sido mencionado na primeira intervenção didática, busquei explicar o que eram fontes de luz primária e secundária. Foi muito interessante a discussão sobre esse assunto porque no dia anterior havia ocorrido o fenômeno de eclipse lunar visível em Porto Alegre e região. Quando falei do Sol como fonte primária e da Lua, como fonte secundária de luz, iniciou a discussão. Expliquei como ocorriam esses fenômenos e, para meu espanto, alguns alegaram não saber que a Lua não tinha luz própria, outros sequer haviam ouvido falar sobre a Lua girar em torno da Terra.

Assim, iniciei a discussão sobre a propagação retilínea da luz, também mencionando o trabalho de Al-Haytham, ainda na Idade Média. A partir da ideia de propagação em linha reta, pude dizer que um raio de luz é representação geométrica da trajetória que a luz percorre para ir de um ponto a outro. Para exemplificar, utilizei a imagem de uma lâmpada incandescente e perguntei:

Estagiário: Vocês nunca viram que, quando vocês deixam os olhos minimamente abertos, é possível ver os raios de luz se propagando em linha reta com relação ao bojo da lâmpada?

Aluno 1: Sim, mas é por isso que o laser emite aquele raio em linha reta?

A partir desta pergunta, introduzi o próximo tópico da aula, que era justamente falar sobre o laser. Expliquei, então, que o laser tinha um sistema que fazia com que todos os raios fossem direcionados na mesma direção (formando o que se convencionou chamar de feixe coerente), mostrei como isso, de fato, acontecia utilizando um laser que emitia um feixe de luz da cor verde apontado para a parede. Aproveitei a oportunidade para ressaltar que existe a possibilidade de um desvio do raio quando a luz muda de meio, introduzindo o que seria tratado na aula seguinte - a refração - e para deixar claro o conceito de raio de luz como a trajetória percorrida pela luz durante um dado percurso.

Aluno 2: Sôr, se colocar o laser no olho de alguém, cega?

Estagiário: Se eu fizer isso por um tempo considerável, é bem provável.

O próximo tópico que abordei foi com respeito ao princípio da reversibilidade dos raios. Utilizei, para ilustrar princípio, uma imagem que continha duas meninas se olhando no espelho. Perguntei a eles, então, se as meninas poderiam enxergar o fotógrafo que estaria

escondido em uma das cabines do banheiro feminino, destacando que era uma situação hipotética. Todos responderam imediatamente que sim.

Aluno 3: Se ele pode enxergar elas pelo reflexo do espelho, é lógico que elas podem enxergar ele pelo espelho também.

Aluno 2: Tipo aquela história, tudo o que vai, volta!

Perguntei, a partir da resposta dos alunos, se todos concordavam com isso. Aconteceu, nesse momento, uma conversa generalizada difícil de controlar, mas todos estavam concordando com o que havia sido dito pelos colegas e embora se estabelecesse em sala de aula certa bagunça, a discussão era sobre um tópico de Física. Isto foi o mais relevante.

Na calmaria posterior, pude dar continuidade no processo. Aproveitei a oportunidade de estar falando em espelhos para propor duas atividades¹⁰ para serem realizadas nas duplas, que eram as seguintes:

Atividade 1: Pense que você está olhando para um espelho, de preferência grande. Como aparece sua imagem? Levantando o braço esquerdo. Que braço a sua imagem levantaria?

Atividade 2: Agora, imagine que você se afastou um passo do espelho. O que aconteceu com o tamanho da sua imagem? O que aconteceu com o tamanho dos objetos que estão atrás de você? Imagine que você saia correndo - de costas para continuar olhando sua imagem. O que aconteceria com sua imagem? A que velocidade ela se afasta de você? E do espelho?

Esse foi um momento interessante da aula, todos os alunos se dedicaram a realizar as atividades nas duplas e parecia claro como um tentava ajudar o outro nas tarefas propostas. Por exemplo, simulavam que um colega era o objeto e o outro, a imagem, tentando ver se era o mesmo braço que era levantado. Pedi para que eles escrevessem as respostas em uma folha para me entregar, só para que eu pudesse ter uma ideia do tipo de pensamento deles. De acordo com a análise posterior das respostas, pude perceber que a maioria das duplas acertou. Embora o meu enfoque não fosse quantificar o conhecimento, mas sim promover um ambiente que propiciasse a interação social entre pares a fim de que ferramentas psicológicas fossem “formadas”, foi importante ver que as respostas estavam coerentes com a concepção científica.

¹⁰ Atividades adaptadas do GREF: Grupo de reelaboração do Ensino de Física. Editora da Universidade de São Paulo, 1995.

A sequência da aula foi destinada para fazer a diferenciação entre meios transparentes, translúcidos e opacos para a luz visível. Utilizei três placas, uma de vidro liso, outra de vidro translúcido e outra de um material que não permitia a passagem de luz. Expliquei que as propriedades de cada material permitiam que ele transmitisse toda a intensidade da luz que incidia sobre ele, quando era transparente; parte dessa intensidade de luz quando o material é translúcido e que não transmitia nada, quando a placa era opaca. Além disso, usei uma imagem tirada de um ponto conhecido da cidade de Porto Alegre para mostrar meios opacos, translúcidos e transparentes na natureza.

Figura 6: Imagem do Dilúvio Ipiranga, em Porto Alegre – RS.



FONTE: fotografia registrada pela professora orientadora deste trabalho – Neusa Teresinha Massoni (2015).

Na sequência, comecei a falar sobre os espelhos planos e expliquei sobre sua formação e estrutura polida. Mostrei que o espelho reflete os raios de luz que incidem sobre ele com certa coerência, ou seja, raios que incidem paralelos serão refletidos paralelos. Aproveitei para explicar a reflexão difusa em superfícies rugosas, em que ocorre uma aleatoriedade na direção dos raios refletidos.

Mostrei as duas leis da reflexão e expliquei como se formava uma imagem de um ponto luminoso no espelho. Utilizei a imagem de uma pessoa frente ao espelho para mostrar a triangulação dos raios de luz.

Aluno 4: Então a distância da imagem até o espelho é a mesma que a nossa [...] e o tamanho também.

Esta afirmação me deixou mais tranquilo para dar sequência, pois pude perceber que eles entendiam sobre trigonometria. Fechei a discussão sobre espelhos explicando o conceito de imagem virtual.

A última parte da aula foi destinada a explicar como cada paradigma, o corpuscular e o ondulatório, explicariam o fenômeno de reflexão da luz. Tentei fazer com que eles vissem que a teoria corpuscular poderia explicar muito bem, é muito fácil pensar que uma bolinha atinge uma superfície, colide e retorna para o meio de onde partiu. Quanto ao paradigma ondulatório, mostrei um aplicativo¹¹ que representava a reflexão de uma onda mecânica que se propagava em uma corda e atingia uma extremidade fixa. Por fim, expliquei, tentando atingir e ampliar a zona de desenvolvimento proximal (ZDP), como a teoria aceita atualmente explica aquela interação entre o fóton e o elétron.

Foi uma aula, portanto, mais voltada à formalismo da Física. Na medida do possível, tentei inserir elementos da teoria de Vygotsky para tornar o processo de aprendizagem mais coerente com as necessidades dos estudantes. A aceitação dos alunos foi bastante positiva, aparentaram aceitar sem reclamações a questão da formação das duplas impostas e a realização das atividades em pares pareceu proveitosa.

PLANO DE AULA 7 e 8 (2 períodos)

Data: 05/10/2015

Conteúdo:

- Refração da luz

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

- a) observar o fenômeno de refração como algo presente em sua vida;
- b) desenvolver ideias com relação às tecnologias presentes no cotidiano;
- c) descrever como os raios de luz mudam de meio alterando sua velocidade de propagação;
- d) assimilar as leis da refração a fim de entender a sua utilidade para a tomada de decisões e;
- e) interpretar instrumentos e signos capazes de mediar a sua ação em sociedade.

Procedimentos:

Atividade Inicial

- Apresentarei dados sobre a utilização da internet no Brasil;
- Iniciarei a discussão sobre a transmissão de sinal de internet utilizando a Fibra Óptica e;

¹¹ Simulação Onda em Corda. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/wave-on-a-string. Acesso em 09/09/2015.

- Proporei que os alunos discutam sobre a utilização de métodos tradicionais de transmissão de sinal em comparação com a tecnologia mais avançada que utiliza a Fibra Óptica.

Desenvolvimento

- Descreverei o fenômeno de refração da luz;
- Introduzirei o índice de refração (absoluto e relativo) e a relação de velocidades de propagação em cada meio;
- Esclarecerei as leis da refração fazendo relação com o índice de refração;
- Mostrarei exemplos práticos como resultado das implicações das leis da refração e;
- Exporei sobre a reflexão interna total e explicarei as Fibras Ópticas.

Fechamento

- Mostrarei e discutirei o resultado de uma pesquisa sobre o preço do método tradicional de transmissão de sinal de internet em comparação com a Fibra Óptica e a velocidade do sinal para diferentes empresas hoje presentes no mercado;
- Instigarei os estudantes a tomarem uma decisão com base nos conhecimentos científicos para escolherem uma das empresas ao contratarem o serviço de internet.

Recursos:

- Computador e projetor;
- Slides de apresentação (*powerpoint*) e;
- Materiais de uso comum (M.U.C.).

RELATO: REGÊNCIAS 7 E 8

Dia 05/10/2015 – das 8h às 9h30min (2 períodos)

Turma 202 – Segundo ano do Ensino Médio

A quarta aula em que atuei na Turma 202 ocorreu nos dois primeiros períodos de uma segunda-feira. Estavam presentes 14 meninos e 8 meninas, resultando em 22 alunos. Além deles, estava presente o professor titular da turma observando. A aula contemplava o conteúdo científico de refração da luz, mas este foi desenvolvido abordando aspectos tecnológicos e sociais descritos detalhadamente na sequência e que também podem ser observados nos slides utilizados nessa aula (Apêndice E).

Comecei a intervenção didática levantando alguns dados sobre a utilização da internet no Brasil e o aumento do número de conexões nos últimos anos. Essa foi a inserção

dos estudantes em uma problemática social, tendo em vista que este aumento exige um investimento tecnológico a fim de suprir as necessidades das pessoas.

Iniciei perguntando se os estudantes utilizavam internet no seu cotidiano e, com unanimidade, a resposta foi sim. Revelei os dados da pesquisa, em seguida, e pude perceber que muitos ficaram surpresos por haver cerca de 2% de brasileiros que ainda não têm acesso à internet. Aproveitei para falar sobre as diversidades culturais e econômicas e, surpreendi-me novamente, pois muitos deles desconheciam que há tribos indígenas que não tiveram contato ainda com a sociedade “tradicional”. Outra surpresa foi quando falei da baixa utilização da internet de forma discada, muitos desconheciam esta forma de conexão à internet.

Depois de explorar a pesquisa apresentada, passei para o domínio tecnológico. Pedi para os alunos, em duplas, tentarem preencher mentalmente uma tabela sobre fibra óptica. Na tabela estavam faltando dados como as vantagens, desvantagens e preço. Foi então que um aluno relatou a sua lógica que devo considerar genial.

Aluno 1: Sôr, é assim. A vantagem é que é melhor que o tradicional, acontece que para ser melhor tem que ser mais caro, e isto é justamente a desvantagem.

Fui surpreendido com essa ideia e concordei completamente, mesmo que a resposta esperada fosse outra. Concluí esta parte com uma discussão entre os alunos.

O domínio científico foi feito de forma tradicional, abordando os conceitos relacionados à refração da luz. Tomei cuidado, nessa etapa, em proporcionar ao estudante uma visão geral sobre o fenômeno, para que pudesse perceber a mudança de velocidade que ocorre quando a luz muda de meio de propagação. Comecei dizendo que o fenômeno de refração era a mudança de meio sofrida pela luz que altera a velocidade, mas ressaltei que era importante tomar cuidado ao associar a refração com o desvio do raio de luz quando muda de meio, porque isso só ocorre quando a incidência não é normal à superfície (isto é, quando incide de forma inclinada em relação à superfície de separação). Cuidei para não falar em índice de refração antes da hora, relacionei a mudança de velocidade com a densidade do meio.

Depois disso, utilizei algumas imagens para mostrar para os alunos que eles já presenciaram em seu cotidiano esse fenômeno, como o lápis aparentemente quebrado dentro de um copo com água ou a piscina que aparenta ser mais rasa quando observamos de cima. O caso do lápis foi mostrado a eles como demonstração experimental, mas não ficaram surpreendidos da forma como eu esperava.

Na sequência, defini o índice de refração (absoluto) a partir da razão entre a velocidade da luz no vácuo e a velocidade da luz no meio. Falei que isso dependia da

densidade, então poderia relacionar ao índice de refração àquilo que eu havia falado anteriormente, referindo-me à densidade do meio. Então, surgiu uma pergunta interessante.

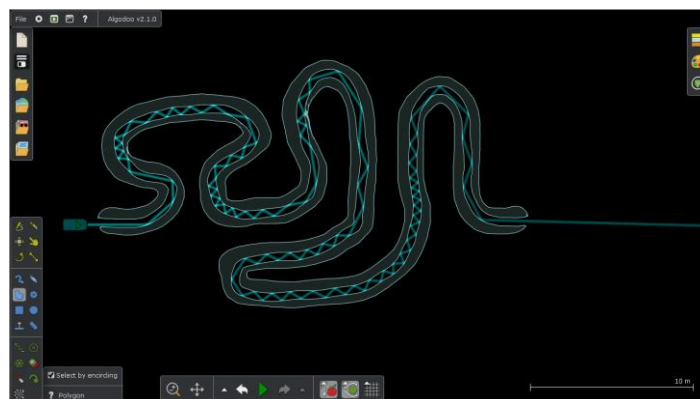
Aluno 2: Então, se eu for de um meio mais denso para um menos denso eu posso ter velocidade maior do que a velocidade da luz no vácuo?

Essa pergunta seria respondida na sequência, mas aproveitei para falar sobre o postulado einsteiniano de que nada no universo se move com velocidade maior do que a velocidade da luz no vácuo. Utilizei esse postulado fundamental da teoria da relatividade para atingir a ZDP. Informei que isto é o que nos permite concluir que o índice de refração nunca pode ser menor que 1 porque isso implicaria em uma velocidade de propagação no meio maior do que a velocidade da luz no vácuo, o que se caracteriza uma inconsistência.

Em seguida, mostrei as leis da refração e demonstrei de onde surge a Lei de Snell e a razão entre os senos dos ângulos e os índices de refração absolutos. Aproveitei para falar sobre o índice de refração relativo. A partir disso, foi possível mostrar como o raio de luz se desvia quando não é incidido normalmente à superfície e se aproxima da normal quando vai de um meio menos refringente para um meio mais refringente, e que ocorre um desvio para o lado oposto quando a relação dos índices de refração é contrária.

Quanto à segunda possibilidade, mostrei que era possível a reflexão interna total e falei que este era o princípio de funcionamento da fibra óptica. Não entrei em detalhes sobre a estrutura das fibras ópticas porque isto faria parte da avaliação da turma. Mostrei uma simulação adaptada do software livre Algodoo em que se pode observar a reflexão interna total e como ocorre a transmissão de um sinal luminoso na fibra óptica. Pude mostrar, com isso, fios de fibra óptica que levei para a sala de aula.

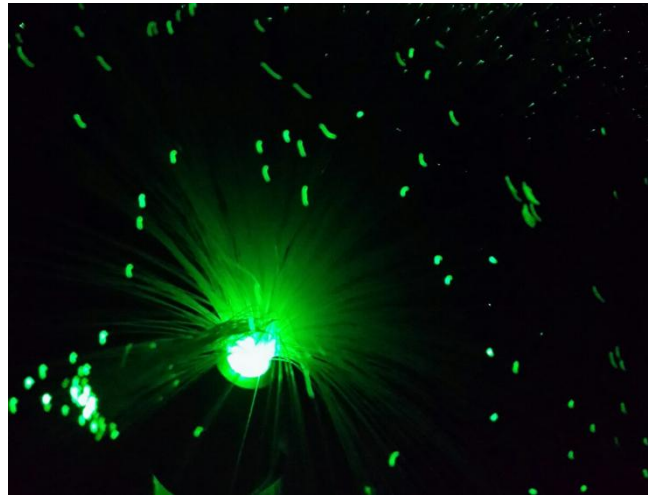
Figura 7: Imagem da fibra óptica simulada no Software Algodoo.



FONTE: Simulação desenvolvida pelo autor a partir do Software disponível em: <http://www.algodoo.com>. Acesso em 20/10/2015.

Liguei a lanterna do telefone celular para que eles pudessem perceber que o sinal não escapava pelos lados, mas era transmitido quase integralmente até a outra extremidade da fibra óptica. Passei os fios para que eles pudessem manusear e olhar melhor. Muitos alunos acharam interessante e inclusive tiraram fotos.

Figura 8: Imagem das linhas de fibra óptica iluminadas, mostradas aos estudantes.



FONTE: Fotografia registrada pelo autor (2015).

Para explicar outro exemplo de aplicação do fenômeno de refração, mostrei a questão da pescaria com a lança, em que o pescador deve mirar em uma posição diferente para acertar o peixe, porque o raio de luz sofre desvio quando muda de meio com uma incidência não normal à superfície.

Dando fim ao domínio científico, tentei mostrar como cada paradigma, o corpuscular e o ondulatório, explicava o fenômeno da refração da luz. Ressaltei a incoerência verificada por Newton ao pensar em um corpúsculo aumentando de velocidade quando a luz mudava de um meio mais refringente para um meio menos refringente. Para instigar o interesse, fiz um experimento com um Becker, um tubo de ensaio e glicerina. Colocando a glicerina dentro do Becker e o tubo de ensaio dentro também, mostrei que, em certa circunstância, não era possível enxergar o tubo de ensaio, justamente porque o índice de refração da glicerina é idêntico ao índice de refração do vidro.

Retornando ao domínio tecnológico, mostrei novamente a tabela que estava incompleta no início da aula, mas nesse momento as informações estavam preenchidas. As vantagens que levantei foi o aumento da velocidade de transmissão do sinal de internet, as desvantagens eram que a manutenção é mais complicada e que o preço é maior, também.

Projetei outra tabela que mostrava as relações de preço e velocidade de três empresas comerciais que fornecem sinal de internet, mas seus nomes foram preservados. A ideia era que os alunos observassem que o sinal de internet tradicional é muito mais barato, mas que a velocidade de transmissão da fibra óptica é muito maior.

Pedi para que eles analisassem qual das empresas eles escolheriam para suas casas, ou seja, para um uso doméstico e, colocando em uma situação hipotética, se eles tivessem uma empresa que dependesse exclusivamente da internet qual seria a escolha. Todos concordaram que a opção da fibra óptica para o uso doméstico ainda não é a melhor escolha, porque tem um alto custo e tem uma velocidade muito maior do que é necessário para o uso tradicional. Já na situação da empresa hipotética, todos optaram pela fibra óptica, por ser um investimento necessário para a boa produtividade dos negócios.

Para voltar ao domínio social, deixei perguntas sobre os números da pesquisa exposta no início da aula. Questionei se eles acreditavam que aqueles números subiriam, se aumentaria a utilização da internet no Brasil nos próximos anos.

Antes do encerramento da aula, falei para eles sobre a avaliação (Apêndice F). Pedi para formarem grupos de cinco (5) componentes e, que cada um dos grupos deveria escolher uma tecnologia óptica trabalhada em aula para fazer uma pesquisa e apresentação no último dia da minha regência. Para o meu espanto, não houve problema para a escolha do tema, cada grupo escolheu a sua tecnologia e nenhuma delas foi coincidente.

A utilização da perspectiva CTS nessa aula foi bastante interessante. A participação dos estudantes, a dedicação e interesse foram positivos. Ainda que a intervenção CTS por meio da fibra óptica utilizado em aula tenha sido pouco crítico, ou seja, ainda muito voltado para a prática tradicional de sala de aula, pude perceber que os alunos pararam para pensar, não foi uma transmissão de conhecimento desconexo da realidade e dos interesses dos alunos. Portanto, é importante insistir em práticas pedagogicamente atuais no ensino de ciências, mesmo que as circunstâncias de sala de aula não sejam as mais favoráveis sempre é possível incitar a reflexão crítica.

PLANO DE AULA 9 e 10 (2 períodos)

Data: 13/10/2015

Conteúdo:

- Dispersão da luz branca;
- Espectroscopia.

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

- a) observar o fenômeno de refração como responsável pela dispersão;
- b) descrever como a dispersão está presente na nossa vida e onde podemos observar as maravilhas provenientes disso;
- c) interiorizar o processo de formação do arco-íris e o motivo da cor azul do céu;
- d) explicar a luz monocromática, policromática, cores primárias e cores secundárias de luz;
- e) identificar a parte visível do espectro como uma forma de fazer descobertas interessantes no nosso universo a partir da espectroscopia e;
- f) interpretar instrumentos e signos capazes de mediar a sua ação em sociedade.

Procedimentos:

Atividade Inicial

- Dividirei a turma em duplas para discutirem as ideias levantadas em aula e;
- Começarei falando sobre o arco-íris e instigando a discussão nas duplas a fim de que a interação social seja importante no processo.

Desenvolvimento

- Recapitularei alguns aspectos sobre refração e sobre o histórico da origem da luz;
- Introduzirei a relação de luz mono e policromática;
- Esclarecerei a relação entre a frequência e o índice de refração do meio em que o raio se propaga;
- Mostrarei como observamos as cores dos objetos e as cores primárias e secundárias de luz e;
- Exporei sobre a espectroscopia.

Fechamento

- Explorarei as descobertas astronômicas baseadas na espectroscopia e;
- Promoverei a discussão sobre a formação dos elementos químicos.

Recursos:

- Computador e projetor;
- Slides de apresentação (*powerpoint*) e;
- Materiais de uso comum (M.U.C.).

RELATO: REGÊNCIAS 9 E 10

Dia 13/10/2015 – das 8h às 9h30min (2 períodos)

Turma 202 – Segundo ano do Ensino Médio

A quinta atuação de regência na turma 202 foi em um dia alternativo, devido ao fato de ter havido um feriado na segunda-feira anterior. Sendo assim, a aula foi nos dois primeiros períodos de uma terça-feira e estavam presentes 11 meninas e 10 meninos. Não estavam presentes a professora titular da turma nem a professora da disciplina de Estágio. Foi uma aula sobre cores e espectroscopia exposta em uma apresentação de *slides* (Apêndice G) projetados por um *data show*.

Comecei expondo o conteúdo e tentando animar os alunos com o fato de que, geralmente, essa parte é atrativa aos estudantes. Formei duplas, como em experiências relatadas anteriormente, a fim de que a interação social fosse capaz de ajudar na formação das funções mentais superiores. Esta formação de duplas ocorreu de forma breve e sem reclamação ou tumulto por parte dos alunos. Em seguida, distribuí a segunda parte da avaliação (Apêndice H), que serviria de auxílio para a primeira parte, mas esta deveria ser entregue por cada grupo com as ideias principais. A dinâmica das avaliações será relatada de forma mais completa no relato de regência das aulas 13 e 14.

A primeira proposta para que houvesse a interação entre os pares (isto é, entre os estudantes) foi a respeito da explicação sobre o arco-íris. Nos slides estava exposta a imagem de um arco-íris e a ideia era que eles conseguissem, em conjunto, buscar uma explicação para a sua formação. Deixei que discutissem por um tempo e dei continuidade na aula. Deixei claro que explicaria durante a aula como a teoria científica explica esta maravilha da natureza.

Fiz, então, uma recapitulação histórica sobre a luz para que os estudantes lembrassem de alguns detalhes. Falando sobre Newton, expliquei sobre a decomposição da luz branca e aproveitei para introduzir os conceitos importantes de luz mono e policromática. Recapitulei também a relação entre a mudança de meio pela luz e a mudança de velocidade, com a finalidade de explicar a dispersão da luz branca como um caso especial da refração. Com isso, pude mostrar que o índice de refração de um meio era dependente da cor de luz que incidia, assim, cada uma das cores que compõem a parte visível do espectro eletromagnético sofre um desvio diferente se a incidência da luz branca não for normal ao plano que separa os meios (se for inclinada em relação à normal). Daí, então, foi possível mostrar como ocorria a dispersão da luz branca dentro de uma gota de água, evento fundamental para o surgimento do arco-íris.

Dando continuidade, explorei a questão da cor dos objetos. Mostrei que um objeto de cor preta absorvia todos os comprimentos de onda, fazendo com que nada fosse refletido e, desta forma, observávamos a ausência de luz refletida no material e isto, identificamos como sendo o preto. Mostrei nos slides como ocorria a reflexão de cores em objetos e o caso do branco que é capaz de refletir todas as cores que incidem sobre ele. Frisei a questão dos corpos que são iluminados com luz não branca. Muitos alunos ficaram surpresos e quiseram fazer o teste, mas não foi possível pois não havia lâmpadas coloridas na sala de aula. Com isso, propus três atividades que deveriam ser realizadas nas duplas formadas no início da aula. Essas atividades estão listadas a seguir.

Atividade 1: Para a luz representar uma única cor, é necessário que ela seja monocromática? Melhor dizendo, eu posso ter uma lanterna que sai luz amarela, mas não monocromática?

Atividade 2: Se vocês tivessem duas lanternas, uma delas com uma lâmpada que emite luz vermelha e a outra com uma lâmpada que emite a luz verde. Superpondo as luzes das duas lanternas, que cor seria a luz resultante?

Atividade 3: É possível eu obter luz branca sem utilizar todas as cores do espectro visível eletromagnético?

Analisando a resposta das duplas durante o processo, apenas uma delas estava com respostas de acordo com a concepção científica para os problemas, desde o início. A maior parte dos estudantes disse que não era possível obter luz de uma única cor que não fosse monocromática, mas quando se depararam com o segundo desafio, deram-se conta que sabiam que resultaria no amarelo, então mudaram de ideia quanto à primeira atividade. A terceira era um apanhado das outras duas e quando os estudantes resolveram o impasse resultado das duas primeiras, foi fácil pensar em um argumento para a terceira.

Na sequência, mostrei as cores primárias de luz e a formação de cores complementares a partir da interação entre elas. Um dos alunos deu-se conta e comentou.

Aluno 1: As cores complementares são as mesmas que tem na impressora.

Aproveitei para dizer que aquelas cores complementares, para pigmentação, são capazes de gerar qualquer cor que conhecemos apenas misturando quantidades. Mostrei a partir de uma simulação¹² que as cores primárias de luz também tinham essa propriedade, de

¹² Simulação das cores. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/color-vision>. Acesso em 07/10/2015.

emitir luz de qualquer cor que conhecemos apenas medindo a quantidade de cada uma delas e este sistema é chamado de RGB (red, blue e green), referente às cores vermelho, azul e verde.

Finalizei essa parte da aula falando rapidamente da cor do céu. Fiz uma explicação rápida sobre o espalhamento e o motivo de o céu ser azul durante o dia e avermelhado ao entardecer. Mas surpreendentemente não chamou muito a atenção dos estudantes.

Sobre espectroscopia, fiz um apanhado histórico rápido sobre os principais nomes que foram importantes para seu desenvolvimento. Comecei falando sobre Fraunhofer, suas linhas escuras e a classificação espectral feita por ele na época (início do século XIX). Manifestei a importância de Bunsen com a confecção do Bico de Bunsen, e de seu ajudante e mais importante no processo, Kirchhoff e as Leis da Espectroscopia. Sobre os dois últimos, mostrei como foi feito o experimento para identificar as linhas escuras no espectro e a classificação feita por eles.

Para finalizar a aula, informei a importância do estudo da espectroscopia para a Astronomia e mostrei que a importância desse estudo não estava apenas para conhecer o que estava longe de nós, mas também para usos na agricultura, na verificação de adulteração de azeite de oliva e na análise de gases poluentes na atmosfera.

Portanto, argumentei, há uma finalidade em estudar as cores e a espectroscopia, não apenas pela incontestável beleza que a natureza nos impõe, mas também para fins práticos que podem ajudar a vida em sociedade. A recepção dos alunos foi bem favorável à proposta e as respostas aos problemas foram de acordo com o esperado. Pude perceber a forma com que a interação social influencia não apenas para as atividades propostas, mas também para fazer com que os alunos não fiquem angustiados com o confinamento dentro de uma sala de aula.

PLANO DE AULA 11 e 12 (2 períodos)

Data: 19/10/2015

Conteúdo:

- Paradigma ondulatório *versus* paradigma corpuscular para a origem da luz;
- Júri simulado.

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

- a) desenvolver argumentação crítica;
- b) descrever como cada paradigma tinha força na comunidade científica do século XVII, isto é, quando é levado em conta o contexto histórico e;
- c) interpretar, a partir da interação social, signos capazes de mediar a sua ação em sociedade.

Procedimentos:Atividade Inicial

- Proporei a discussão sobre a origem da luz a partir da metodologia do Júri Simulado;
- Dividirei a turma em três grupos, dois grupos de debate (um defensor do paradigma corpuscular e o outro defensor do paradigma ondulatório) e um grupo formará júri popular e;
- Darei suporte para que os grupos discutam e formulem argumentos a fim de defenderem as suas ideias, colocando-me como mediador.

Desenvolvimento

- Promoverei o debate entre os grupos sob a observação do júri baseado em três temas, são eles: a reflexão da luz, a refração da luz e a interferência e difração.

Fechamento

- Motivarei o julgamento crítico do júri para a escolha do “vencedor” e;
- Concluirei com comentários sobre o que será dito durante o debate.

Recursos:

- Materiais de uso comum (M.U.C.).

RELATO: REGÊNCIAS 11 E 12

Dia 19/10/2015 – das 8h às 9h30min (2 períodos)

Turma 202 – Segundo ano do Ensino Médio

A sexta e penúltima aula como professor-regente da turma foi em uma manhã de segunda-feira em que estavam presentes, no total, 21 estudantes, sendo 11 meninas e 10 meninos. Estavam presentes também a professora titular da turma e a professora orientadora deste trabalho. Foi nessa oportunidade que foi utilizada a estratégia do Júri Simulado, explicado detalhadamente no Capítulo 4 sobre a metodologia de ensino (4.1). A aula não conteve slides projetados, mas seguiu as instruções contidas no Apêndice I.

O período iniciou com os alunos agitados, demorando para se organizarem em seus lugares. Mas passado o tempo inicial da organização, comecei falando que teríamos uma experiência diferente naquele dia, uma experiência que seria importante para que eles conseguissem assimilar melhor o conhecimento adquirido durante o período em que estive regendo as aulas para eles e também para ajudá-los com situações do cotidiano em que a tomada de decisões e formação de argumentos convincentes sejam indispensáveis. Expliquei que a estratégia se chamava Júri Simulado e que consistiria em colocar dois grupos em

conflito ideológico enquanto um terceiro grupo teria o papel de julgar qual deles foi mais convincente de acordo com os argumentos expostos.

Muitos ficaram empolgados com a ideia e logo escolheram os grupos que desejavam compor, a maioria pretendia ser do grupo de jurados, mas noticiei que apenas 20% dos estudantes poderiam compor este grupo. Antes de separar os grupos, deixei claro para todos que eles estariam inseridos em um contexto histórico específico (final do século XVII / início do século XVIII) e que deveriam assumir o papel de membros da comunidade científica da época. Um grupo seria responsável por defender a teoria corpuscular enquanto o outro, a teoria ondulatória da luz. Tentei simular uma situação em que estava ocorrendo uma revolução científica e parte da comunidade científica estava de acordo com uma teoria – ondulatória, por exemplo, outra parte com a outra – corpuscular, e que uma terceira parte – o júri – estava indeciso sobre qual deveria tornar-se um paradigma estabelecido e compor a nova ciência normal (da época).

Para a separação dos grupos, sorteei utilizando o número da chamada os que comporiam o júri. Para os demais, fui falando para cada um o número 1 ou o número 2, os que ficaram com o número 1 se tornaram membros defensores da teoria ondulatória e os que ficaram com o número 2, defensores da teoria corpuscular. Essa etapa do processo demandou mais tempo do que o esperado, já que a organização da sala precisou ser alterada e muitos reclamaram de terem sido sorteados para compor o júri, mas depois de algum tempo tudo se ajeitou.

Distribuí para cada um dos grupos (inclusive o júri) os slides impressos das aulas que eu havia lecionado e perguntei se todos tinham acesso à internet nos *smartphones* para consultas, porque se algum dos grupos não tivesse eu não permitiria o acesso à internet para nenhum deles. Mas todos tinham. Dei um tempo para que eles pudessem formar os argumentos e escrevi no quadro os três tópicos que seriam sorteados para o debate, que foram: reflexão, refração e interferência e difração. O último não foi diretamente trabalhado em aula, mas eu esperava que fosse possível formar um argumento interessante fazendo uma pesquisa rápida na internet, além de ser o único tópico que, em princípio, daria vantagem ao grupo defensor da teoria ondulatória.

Depois, circulei pelos grupos dando dicas, falei para ambos os grupos conflitantes (debatedores) que era importante escolher um representante que tivesse capacidade de persuasão com relação ao júri, porque nem sempre a melhor teoria é aquela que é aceita, pelo menos temporariamente, mas sim aquela defendida pelo membro mais persuasivo, como sugere meu referencial epistemológico, Kuhn.

Para o júri, pedi para que desconsiderassem todo o tipo de argumento que falasse em fótons, pedi para que fossem objetivos na avaliação e coerentes com o contexto histórico em que estavam hipoteticamente inseridos. Durante essa passagem nos grupos, um aluno me perguntou o seguinte.

Aluno 1: *Professor, o que eu falo sobre a teoria corpuscular da luz?*

Estagiário: *Fala tudo o que tu sabe sobre a teoria corpuscular, tenta convencer eles sobre a tua opinião.*

Aluno 1: *Mas eu não concordo com a teoria corpuscular.*

Estagiário: *Mas o importante é isso, tenta ver com os olhos dos que defendiam a teoria corpuscular da época.*

Após transcorrer certo tempo, pedi para que cada grupo elegeisse um porta voz, o que não impedia que os demais membros se manifestassem durante o tempo destinado à fala de cada grupo. A dinâmica do debate está contida no Apêndice I, mas, em grandes linhas, tentei fazer algo parecido com um debate político. A seguir, é apresentada uma ilustração de como ocorreu a dinâmica proposta.

Figura 9: Participação dos alunos no Júri Simulado durante o embate.



FONTE: Fotografia registrada pela professora orientadora deste trabalho – Neusa Teresinha Massoni (2015).

O primeiro tema a ser sorteado foi a Refração, seguido da Interferência e Difração e, por último, a Reflexão. O grupo que defendia a teoria corpuscular foi sorteado para dar início ao debate.

Com relação ao primeiro tema, os argumentos do grupo da teoria corpuscular levavam em consideração a origem das coisas, ou seja, que todas as coisas tinham uma origem corpuscular, por isso a luz também tinha que ter. O grupo defensor da teoria ondulatória pensou diretamente em utilizar a Lei de Snell para demonstrar que deveria ser uma onda, ressaltaram que a alteração da velocidade ao mudar de meio alterava o comprimento de onda, logo tinha que ser uma onda, não era possível que não fosse. Quem se destacou nessa fase foi o júri. Uma das perguntas feitas para o grupo da teoria corpuscular foi: *por que vocês acreditam que a luz é refratada como se fossem partículas?* Não houve resposta convincente e num primeiro momento a impressão era de que deveria haver mais tempo de preparação, os argumentadores pouco eram auxiliados por seus pares nos grupos e o debate “científico” ficava empobrecido, embora como vivência, certamente as aprendizagens dessa experiência foram ricas. O segundo tema foi o que fez com que os alunos demonstrassem maior dificuldade, muitos não entendiam direito os fenômenos e tentavam enrolar durante o debate ou simplesmente liam trechos curtos de consultas feitas na internet em tempo real. Os defensores ondulatórios enunciaram os fenômenos e disseram que aquilo só seria possível com a teoria ondulatória, sem conseguirem formar argumentos consistentes da forma que era esperado durante o planejamento da aula. Os defensores corpusculares, encurralados pelo tópico completamente desfavorável a eles, apelaram para o nome de Isaac Newton, dizendo que não importava se alguns fenômenos não eram explicados com a teoria corpuscular, mas sim que Newton havia defendido que a luz era composta de partículas, e assim deveríamos aceitar, sob o argumento da autoridade.

O terceiro tópico foi o que deu uma vantagem grande para a teoria corpuscular, tendo em vista que é muito mais fácil aceitar uma partícula refletindo do que imaginar uma onda eletromagnética que se propaga a partir da variação de um campo elétrico e um magnético, periódica no tempo. Além disso, o argumentador defensor da teoria corpuscular utilizou uma borracha para demonstrar a reflexão de um corpúsculo atirando-a contra a parede do fundo da sala com certa inclinação e, assim, conseguindo mostrar visualmente que ela era refletida com um ângulo aproximadamente idêntico ao de incidência. Isto empolgou os jurados e, certamente, influenciou a decisão futura deles. Houve a tentativa de defesa da teoria ondulatória utilizando alguns argumentos que envolveram frente de onda e mudança de fase sem, obviamente, mostrarem uma convicção absoluta do que estava sendo dito.

Por fim, pedi aos jurados que se reunissem em seu grupo a fim de que pudessem discutir sobre as ideias levantadas, os argumentos apresentados e tomarem a decisão em

conjunto sobre qual das duas teorias era a vencedora e comporia a ciência normal da “nossa brincadeira”. As palavras ditas pelo porta voz foram as seguintes:

Aluno 2: A gente discutiu, e a gente tava falando que a gente acredita muito mais na tese da ondulatória, porém eles não conseguiam sustentar muito os argumentos deles. Mesmo que o grupo da teoria corpuscular tenha se enrolado em algumas partes, eles conseguiram nos convencer. Hoje, a partir desse debate, a gente escolheria a teoria corpuscular.

Sendo assim, a aula encerrou-se com a vitória da teoria corpuscular. Imagino que muito mais pela força da argumentação do que pela teoria em si. Foi uma experiência muito importante dentro dos propósitos deste trabalho, tendo em vista que buscou promover a interação social, envolveu a questão da epistemologia kuhniana e ainda promoveu um ambiente propício à formação de argumentos, a partir do Júri Simulado, uma alternativa necessária para a vida em sociedade.

Portanto, considero que a atividade foi válida e que sempre é recomendável utilizar uma estratégia que envolva os alunos, que os faça sair do tradicional, buscar novas explicações e, principalmente, a formulação argumentativa. Entretanto, é importante deixar claro que aulas deste tipo exigem um tempo grande de preparação, o que pode ser um agente que não facilita a sua inserção do Júri Simulado dentro de sala de aula por professores.

PLANO DE AULA 13 e 14 (2 períodos)

Data: 26/10/2015

Conteúdo:

- Apresentação de trabalhos sobre tecnologias relacionadas à Óptica¹³.

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

- a) perceber a tecnologia como um agente social;
- b) relacionar a tecnologia com aspectos e conceitos científicos aprendidos na educação escolar;
- c) relacionar a ciência, a tecnologia e a sociedade e;
- d) interpretar, a partir da interação social, signos capazes de mediar a sua ação em sociedade de forma mais reflexiva.

¹³ Proposta contida no Apêndice F e já mencionada nos Relatos das Regências 7 e 8.

Procedimentos:Atividade Inicial

- Preparação dos grupos para as apresentações e organização interna destes, para posterior apresentação dos trabalhos..

Desenvolvimento

- Apresentação dos temas pesquisados pelos grupos, sendo que cada grupo já fora orientado a pesquisar alguma tecnologia associada a fenômenos ópticos.

Fechamento

- Comentários finais, esclarecimento de dúvidas e agradecimentos.

Recursos:

- Computador e projetor;
- Materiais de uso comum (M.U.C.).

Avaliação:

Será avaliada a capacidade de cada aluno identificar as relações entre a tecnologia escolhida para a apresentação com o conhecimento científico e a influência social.

RELATO: REGÊNCIAS 13 E 14

Dia 26/10/2015 – das 8h às 9h30min (2 períodos)

Turma 202 – Segundo ano do Ensino Médio

A sétima e última aula da minha Regência na turma 202 foi destinada diretamente à avaliação dos estudantes. Foi feita uma tentativa de avaliar de forma que houvesse o mínimo de imposição cultural nos estudantes, ou seja, de forma que os alunos não fossem avaliados por responderem o que é esperado cientificamente, mas sim o que “aquilo” (a tecnologia pesquisada) significa para eles e para a sociedade em que vivem. Estavam presentes 15 meninas e 13 meninos.

A avaliação constou de duas partes, uma delas distribuída nas aulas 7 e 8 e a outra nas aulas 9 e 10 e, por fim, a apresentação nas aulas 13 e 14.

Na primeira parte (Apêndice F) a turma foi separada em cinco pequenos grupos. Cada grupo deveria escolher uma tecnologia que é explicada a partir do que foi visto em aula. O objetivo dessa parte da avaliação foi fazer com que os alunos pesquisassem sobre uma tecnologia e soubessem explicar o que a comunidade científica aceita como explicação para os fenômenos que ocorrem em seu funcionamento e as implicações sociais da tecnologia na sociedade. Eles deveriam preparar uma apresentação rápida para os colegas a fim de explicar

essa relação ciência, tecnologia e sociedade. Essa apresentação ocorreria na aula do dia 26/10/2015.

A segunda parte da avaliação (Apêndice H), mas que deveria ser desenvolvida antes da primeira, justamente por ser um auxílio na preparação da apresentação, consistiu em um trabalho escrito que deveria ser entregue até o dia 26/10/2015. Esse trabalho continha cinco questões facilitadoras para uma pesquisa sobre o tema, além de ter como objetivo evitar que os estudantes chegassem na hora da apresentação sem terem discutido anteriormente os temas a serem apresentados. Cada grupo deveria entregar apenas um questionário.

No dia da apresentação e da entrega final dos questionários, apenas dois alunos faltaram à aula e um dos grupos não entregou a atividade escrita. O início da aula foi destinado à organização dos grupos para a apresentação. Esse processo demandou aproximadamente vinte minutos de aula e foi interessante. Passei pelos grupos para auxiliá-los em dúvidas, mas todos estavam preparados para a apresentação.

O mais interessante foi que pude perceber que muitos buscaram enfoques diferentes do que eu esperava quando elaborei a proposta da atividade. Um exemplo disso foi o grupo que escolheu pesquisar sobre antenas e transmissão de sinais que focaram na diferença entre AM e FM.

Após essa discussão preliminar, os grupos começaram as apresentações. Pedi para que algum grupo se oferecesse para ser o primeiro, esperava que nenhum deles se oferecesse, mas, para a minha surpresa, um grupo dispôs-se a começar. O primeiro grupo a fazer a apresentação foi sobre Usinas Nucleares.

A apresentação do primeiro grupo teve um enfoque mais voltado ao domínio científico, buscaram explicar os processos de fissão nuclear do núcleo de Urânio, como ocorre o processo completo de geração de energia em uma Usina Nuclear, os prós e contras e onde a óptica entra nesse processo, a partir da explicação dos raios gama. Em geral, a apresentação estava completa, quanto ao aspecto científico, mostraram a reação química que ocorre quando o núcleo é bombardeado por nêutrons fissionando e formando novos elementos; quanto ao aspecto tecnológico, explicaram como é a estrutura de uma usina e os processos que ocorrem até gerar energia elétrica e, quanto ao aspecto social, foram enfáticos em dizer que os principais problemas das Usinas Nucleares são o lixo radioativo e os acidentes nucleares. Ressaltaram a pergunta sobre a necessidade da utilização desse tipo de usinas no Brasil e a importância desse tipo de geração de energia em outros países, como o Japão.

O segundo grupo a apresentar teve como tema as Antenas e Transmissão de Sinais. A apresentação esteve focada nos tipos de antenas e na transmissão de sinal por frequência

modulada e amplitude modulada. Mantiveram a atenção nas antenas transversais e parabólicas, mas com maior preocupação com a recepção de sinal do que com a emissão de ondas a partir da oscilação eletrônica. Quanto ao domínio social, ressaltaram a importância da transmissão de sinal a partir de antenas para que as pessoas possam receber informação sobre as coisas que acontecem no mundo e também para o lazer. Em geral foi uma boa apresentação, todos os componentes do grupo participaram e passaram um pouco de seu conhecimento.

O terceiro grupo foi responsável por apresentar sobre as Fibras Ópticas. Por ter sido um tema trabalhado diretamente em aula, eu esperava que a apresentação fosse mais voltada para o que foi dito por mim naquela oportunidade, mas me surpreendi. Teve um enfoque voltado ao tecnológico e deram importância especial à engenharia para desenvolver uma linha de transmissão por fibra óptica. Focaram pouco no domínio científico, embora tenham dito claramente que o funcionamento estava baseado na reflexão interna total causada pela diferença dos índices de refração dos meios que compõem a estrutura. Como aplicação social, focaram na transmissão de sinal de televisão e de internet, como eu havia falado em aula. Foi uma boa apresentação, contou com novidades e uma pesquisa bem feita.

Os dois últimos grupos tiveram apresentações mais breves, algo que estava dentro do esperado, tendo em vista que eram os temas mais complicados para buscar informações sobre aplicações sociais. O primeiro dos dois últimos foi sobre Células Fotovoltaicas, que focaram a apresentação no surgimento de uma diferença de potencial a partir da interação da placa com a luz. Como aplicação social, mostraram que poderia ser uma alternativa energética para automóveis, já que a gasolina emite gases poluentes na atmosfera.

O segundo grupo dos últimos falou sobre Espectrômetro de Luz Visível. Era o tema mais complicado e estou certo que isso prejudicou a apresentação dos alunos. Fizeram uma apresentação breve sobre a difração da luz, mostraram como era uma rede de difração e falaram brevemente como ocorre o surgimento das linhas escuras no espectro visível. Foram duas apresentações breves, mas importantes, levando em consideração que muito do que se cobra dos estudantes pode não estar ao alcance deles, ou não ser de real importância no contexto em que estão inseridos.

Quanto aos trabalhos escritos, devo dizer que estavam dentro da proposta e muitos deles com detalhes extras que me chamaram a atenção. Um exemplo disso foi o trabalho do grupo que ficou com o tema de Células Fotovoltaicas, que apresentou um histórico do efeito fotovoltaico, ressaltando a importância de Becquerel. Outro exemplo foi o grupo que apresentou sobre Usinas Nucleares, que aproveitaram para ressaltar que a radiação

eletromagnética é utilizada também na agricultura, para exterminar pragas e insetos, na medicina, para exames médicos e, em indústrias petroquímicas, para identificar danos nas estruturas.

A oportunidade de aplicar uma atividade avaliativa sem a responsabilidade de julgar diretamente o conhecimento científico que o aluno adquiriu é extremamente importante. Os resultados desse método não têm como objetivo fazer com que os estudantes adquiram maiores notas em exames ou que saibam a Física como os cientistas imaginam que eles devem saber, mas sim uma tentativa de abordar o conhecimento científico envolvido por questões realmente importantes para a vida em sociedade. O verdadeiro resultado não deve ser esperado instantaneamente, mas sim em um momento em que os estudantes se encontrem em uma situação de tomada de decisão sobre um assunto, que pode ou não ter a ver com óptica, mas que será importante para a vida cotidiana fazer a relação CTS.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo educativo proposto e relatado neste trabalho teve como objetivo buscar uma alternativa para o Ensino de Física que estivesse fora da rotina instaurado nas escolas convencionais. Uma proposta com o intuito de tornar os estudantes mais aptos a tomadas de decisões no que diz respeito à ciência e à tecnologia é encarada, muitas vezes, como uma forma de fugir do formalismo matemático que está inserido no ensino da Física e daquela forte formação que força os alunos a serem meros repetidores de conhecimento “cientificamente aceito”.

Além do mais, as políticas públicas brasileiras são fortemente favoráveis ao cientificismo, tendo em vista que as provas de admissão nas universidades, na medida em que o ENEM¹⁴ cresce, estão cada vez mais interessadas em julgar se o aluno sabe o conteúdo científico ou não. Levando em conta este aspecto, certamente estratégias de ensino que optem por abrir mão, em certa medida, do conteúdo formal científico não estão preparando os estudantes para ingressarem na universidade, o que pode ser um ponto desfavorável a essa forma de abordagem, embora vários documentos oficiais destaquem a importância da formação da cidadania.

Ainda que o acesso à universidade seja de extrema importância para o desenvolvimento social, há coisas que também são importantes e merecem a atenção, como a formação argumentativa, a capacidade de tomar decisões e a interação social. Sendo assim, a proposta relatada nos capítulos anteriores assume um papel fundamental na formação escolar e social, podendo ser um agente facilitador para aqueles que enxergam a Física como algo intocável e difícil.

Dessa forma, pode-se concluir que em um processo educativo mais completo, levando em consideração um contexto em que a ascensão social depende do desempenho em exames conteudistas, deve-se intercalar aulas tradicionais e inovadoras, pensando também na formação social. Isso pode suprir o interesse dos alunos em ingressarem em uma universidade e a necessidade deles de viverem em uma sociedade que exige o entendimento das relações CTS.

Assim, a proposta é encarada como positiva, mas mediada. É necessário pensar o ensino como uma teia que busca ligar estratégias a fim de que sirva de suporte para que o estudante assuma seu papel na sociedade. Isso significa que não se pode ensinar pensando em apenas um dos pontos da teia. Sabemos que, se aplicarmos uma força em uma pequena região

¹⁴ Exame Nacional do Ensino Médio

de um espaço instável, a facilidade de romper esse espaço é maior, já se distribuirmos essa força em vários pontos do mesmo espaço instável, a dificuldade de quebra da estrutura aumenta.

Infelizmente, os novos professores que estão sendo formados e inseridos no mercado de trabalho, principalmente no contexto da UFRGS, tiveram, a meu ver, uma formação acadêmica insuficiente para fazer essa distribuição de estratégias de ensino. Existem poucas disciplinas que instigam o aluno a pensar na forma de dar aula e muitas disciplinas conteudistas. Pensando que é da natureza humana ensinar os outros da forma com que foi ensinado, cada vez mais há uma tendência do rompimento da teia da estrutura educacional no ponto que tende ao conteudismo.

A proposta, no que diz respeito ao sócio-interacionismo vygotskiano, aparentemente cumpriu as expectativas, buscou relacionar a internalização de certas informações a partir da mediação de instrumentos e signos oriundos da interação social. Isso foi evidenciado principalmente na aula sobre reflexão da luz, em que houve a formação de duplas que buscavam a interação com parceiros mais capazes.

No que diz respeito ao CTS, nas oportunidades em que foi utilizado mostrou-se uma forte alternativa para que os futuros cidadãos fossem formados da forma crítica. Entretanto, a ideia inicial da inserção em CTS era conseguir atingir um patamar levemente mais crítico, ou seja, incentivar que as discussões estivessem menos voltadas para o conteúdo científico e mais para a uma formação social. Devido ao forte comprometimento do Colégio de Aplicação da UFRGS com o cumprimento dos conteúdos programáticos, foi necessário rever algumas estratégias e atingir um grau menos crítico para conseguir cumprir o que se esperava para o semestre letivo na turma que foi assumida. O quadro abaixo representa alguns níveis de abordagem em CTS.

Quadro 7 – Categorização de abordagem em CTS.

Categorias	Descrição
1. Conteúdo de CTS como elemento de motivação.	Ensino tradicional de ciências acrescido da menção ao conteúdo de CTS com a função de tornar as aulas mais interessantes.
2. Incorporação eventual do conteúdo de CTS ao conteúdo programático	Ensino tradicional de ciências acrescido de pequenos estudos de conteúdo de CTS incorporados como apêndices aos tópicos de ciências. O conteúdo de CTS não é resultado do uso de temas unificadores.
3. Incorporação sistemática do conteúdo de CTS ao conteúdo programático.	Ensino tradicional de ciências acrescido de uma série de pequenos estudos de conteúdo de CTS integrados aos tópicos de ciências, com a função de explorar sistematicamente o conteúdo de CTS. Esses

	conteúdos formam temas unificadores.
4. Disciplina científica (Química, Física e Biologia) por meio de conteúdo de CTS	Os temas de CTS são utilizados para organizar o conteúdo de ciências e a sua sequência, mas a seleção do conteúdo científico ainda é feita a partir de uma disciplina. A lista dos tópicos científicos puros é muito semelhante àquela da categoria 3, embora a sequência possa ser bem diferente.
5. Ciências por meio do conteúdo de CTS	CTS organiza o conteúdo e sua sequência. O conteúdo de ciências é multidisciplinar, sendo ditado pelo conteúdo de CTS. A lista de tópicos científicos puros assemelha-se à listagem de tópicos importantes a partir de uma variedade de cursos de ensino tradicional de ciências
6. Ciências com conteúdo de CTS	O conteúdo de CTS é o foco do ensino. O conteúdo relevante de ciências enriquece a aprendizagem.
7. Incorporação das Ciências ao conteúdo de CTS	O conteúdo de CTS é o foco do currículo. O conteúdo relevante de ciências é mencionado, mas não é ensinado sistematicamente. Pode ser dada ênfase aos princípios gerais da ciência.
8. Conteúdo de CTS	Estudo de uma questão tecnológica ou social importante. O conteúdo de ciências é mencionado somente para indicar uma vinculação com as ciências.

FONTE: Adaptado de Aikenhead *apud* SANTOS; MORTIMER (2002).

A expectativa inicial era atingir uma abordagem na ordem de da categoria número 5, mas a experiência relatada neste trabalho só pôde atingir um nível que fica entre as categorias 3 e 4. Ainda assim, pode-se dizer que foi uma iniciativa inovadora por ter conseguido fugir da mera contextualização da Física a partir do artifício tecnológico e social.

Quanto aos resultados da proposta de ensino, podem-se ressaltar aspectos positivos e negativos. Dentre os aspectos positivos estão o desenvolvimento perceptível dos estudantes no que diz respeito à associação ou mesmo internalização, pelo menos parcial, dos conteúdos científicos com as coisas significativamente importantes na sociedade e o aparente aumento no entendimento de que a ciência não representa uma verdade absoluta a partir da epistemologia de Thomas Kuhn. Os aspectos negativos estão contidos no fato de que o método abre mão do ensino baseado na resolução de exercícios, o que prejudica o raciocínio lógico dos estudantes.

Ainda, é importante deixar claro a insuficiência do curso de licenciatura em Física da UFRGS em proporcionar um ambiente propício à inserção do licenciando em sala de aula. Faltam disciplinas que instiguem, desde o início do curso, uma formação didático-pedagógica a fim de que a Física não esteja encubada em uma redoma intocável. Muitos alunos em meio de curso ainda acreditam no método científico e em uma Física apartada de fatores sociais e políticos. Para muitos licenciandos, o contato com o meio escolar só existe a partir do

momento em que este é inserido na disciplina de Estágio de Docência em Física, o que ressalta a importância que assume o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID).

Portanto, é importante deixar esta experiência relatada a fim de auxiliar professores inovadores e que sonham com uma sociedade mais justa e digna para seus estudantes. Se a diferença for feita diariamente no contexto escolar, só se pode esperar que novos horizontes surjam para uma educação tão desacreditada no Brasil, e estes horizontes nos direcionam sempre para o mesmo caminho: o desenvolvimento social.

REFERÊNCIAS

AIKENHEAD, G. **What is STS science teaching?** In Solomon & G. Aikenhead (Eds.), STS education international perspectives on reform. London: Teachers College, Columbia University. 1994.

Algodo Software Livre. Disponível em: <http://www.algodo.com/>. Acesso em 23/09/2015.

AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência e Educação**, v. 7, n. 1. p. 1-13. 2001.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológico para que? **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1. 2001.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB.** Lei nº 9394/96.

CAVALCANTI, C. J. H.; OSTERMANN, F. **Roteiro para a construção do projeto.** Instituto de Física / UFRGS, 2014.

Dados, Estatísticas e Projeções sobre a internet no Brasil. Disponível em: <http://tobeguarany.com/internet-no-brasil/>. Acesso em 23/09/2015.

Espectroscopia. Instituto de Física da UFRGS. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/rad/espec/espec.htm>. Acesso em 07/10/2015

GASPAR, A. **Compreendendo a Física: Ondas, óptica e termodinâmica.** v. 2. São Paulo: Ática, 2010.

GRAF: **Grupo de reelaboração do Ensino de Física.** Editora da Universidade de São Paulo, 1995.

HEWITT, P. G, **Física Conceitual.** 9 a Edição. Porto Alegre: Bookman, 2002.

KUHN, T. S. **A estrutura das Revoluções Científicas.** São Paulo: Perspectiva, 2013.

LIMA JR. P.; PINHEIRO, N.; OSTERMANN, F. Bourdieu em la educación científica: consecuencias para la enseñanza y la investigación. **Didáctica de las ciencias experimentales y sociales**, n. 26, p. 145-160. 2012.

LINSINGEN, I. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência & Ensino**, v. 1. 2007.

OLIVEIRA FILHO, K.; SARAIVA, M. F. **Astronomia e Astrofísica.** 2003

OSTERMANN, F. A epistemologia de Kuhn. **Caderno Catarinense de Ensino de Física** (hoje Caderno Brasileiro de Ensino de Física), v. 13, n3, p. 184 – 196. 1996.

PEREIRA, A. P. **Distribuição Conceitual no Ensino de Física: Uma Aproximação Sociocultural às Teorias de Mudança Conceitual.** Tese (Doutorado em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul. 2012.

PhET. **Simulação Onda em Corda.** Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/wave-on-a-string. Acesso em 09/09/2015.

PhET. Simulação **Irradiando Carga**. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/radiating-charge. Acesso em 09/09/2015.

PhET. Simulação **Ondas de Rádio e Campos Eletromagnéticos**. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/radio-waves. Acesso em 09/09/2015.

PhET. Simulação **Color Vision**. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/color-vision>. Acesso em 07/10/2015.

PIETROCOLA, M., POGIBIN, A., ANDRADE, E. de, e ROMERO, T. R. **Física: Conceitos e contextos. Energia, Calor, Imagem e Sons**. V. 2. São Paulo, FTD, 2013.

RONAN, C. A. **História ilustrada da ciência da Universidade de Cambridge: Oriente, Roma e Idade Média**. Rio de Janeiro: Zahar, 1987. v. II.

RONAN, C. A. **História ilustrada da ciência da Universidade de Cambridge: Da Renascença à Revolução Científica**. Rio de Janeiro, Zahar; 1987. v. III.

RONAN, C. A. **História ilustrada da ciência da Universidade de Cambridge: A ciência nos Séculos XIX e XX**. Rio de Janeiro, Zahar; 1987. v. IV.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise dos pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n.2. 2002.

SILVA, B. V. C.; MARTINS, A. F. P. Júri Simulado: um uso da história e filosofia da ciência no ensino da óptica. **Física na Escola**. v. 10. n. 1. 2009.

SILVA NETTO, J. **Complementaridade onda-partícula e emaranhamento quântico na formação de professores de Física segundo a perspectiva sociocultural**. Tese (Doutorado em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul. 2015.

TELICHEVESKY, L. **Uma perspectiva sociocultural para a introdução de conceitos de física quântica no ensino médio: análise das interações discursivas em uma unidade didática centrada no uso do interferômetro virtual de Mach-Zehnder**. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul. 2015.

VIEIRA, P. C. **Perspectivas sobre a evolução histórica do conceito de luz e sua integração com a fotografia para o ensino da óptica** / Patrese Coelho Vieira, Neusa Teresinha Massoni – Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, 2014.

VIEIRA, R. D.; MELO, V. F.; BERNARDO, J. R. R. O júri simulado como recurso didático para promover argumentações na formação de professores de física: o problema do “gato”. **Revista Ensaio**, v.16, n.03. p. 203 – 225. 2014.

ANEXOS

ANEXO A

ANEXO A – Texto da UNESCO sobre o Ano Internacional da Luz (utilizado na Aula...).

2015 - Ano Internacional da Luz



No dia 20 de dezembro de 2013, a 68ª Sessão da Assembleia Geral das Nações Unidas proclamou o ano de 2015 como o Ano Internacional da Luz e das Tecnologias baseadas em Luz (*International Year of Light and Light-based Technologies – IYL 2015*).

O Ano Internacional da Luz é uma iniciativa mundial que vai destacar a importância da luz e das tecnologias ópticas na vida dos cidadãos, assim como no futuro e no desenvolvimento das sociedades de todo o mundo. Essa é uma oportunidade única para se inspirar, para se educar e para se unir em escala mundial.

Ao proclamar um Ano Internacional com foco na ciência óptica e em suas aplicações, as Nações Unidas reconhecem a importância da conscientização mundial sobre como as tecnologias baseadas na luz promovem o desenvolvimento sustentável e fornecem soluções para os desafios mundiais nas áreas de energia, educação, agricultura, comunicação e saúde. A luz exerce um papel essencial no nosso cotidiano e é uma disciplina científica transversal obrigatória para o século XXI. Ela vem revolucionando a medicina, abrindo a comunicação internacional por meio da internet e continua a ser primordial para vincular aspectos culturais, econômicos e políticos da sociedade mundial.

Juntamente com a UNESCO, um grande número de organismos científicos participará dessa iniciativa, que, em 2015, vai reunir diversas partes interessadas, inclusive sociedades e associações científicas, instituições de ensino, plataformas de tecnologia, organizações sem fins lucrativos e parceiros do setor privado.

“Um Ano Internacional da Luz é uma grande oportunidade para garantir que gestores de políticas internacionais e partes interessadas se conscientizem sobre o potencial de solução de problemas que a tecnologia óptica apresenta. Nós temos agora uma oportunidade única para promover essa conscientização em âmbito mundial” (John Dudley, presidente do Comitê de Promoção do IYL 2015).

Texto disponível em: <http://www.unesco.org/new/pt/brasil/this-office/prizes-and-celebrations/2015-international-year-of-light/>. Acesso em 28/08/2015.

ANEXO B

ANEXO B – Texto sobre a utilização da radiação eletromagnética (utilizado na Aula...).

ESTUDO MOSTRA QUE RADIAÇÃO DE CELULARES PODE SER PREJUDICIAL À SAÚDE

CIENTISTA UCRANIANO GARANTE QUE ESSA RADIAÇÃO TEM EFEITO SOBRE O ORGANISMO. O TEMA, PORÉM, DIVIDE OPINIÕES.

Nas grandes cidades do mundo e até nas que não são tão grandes assim, a gente vê telefones celulares, e suas torres, pra todo lado. Esses equipamentos emitem um tipo de radiação que os cientistas diziam que era inofensiva. Entre os pesquisadores, o tema divide opiniões. Você vai ver, agora, as conclusões de um levantamento supercompleto feito a partir de cem artigos científicos que tratam desse assunto. E que cuidados devemos tomar.

São Paulo vista do alto! Um mar de concreto e de antenas, muitas de telefonia móvel. São Paulo vista de baixo: um fluxo constante de pessoas e de telefones celulares.

Avenida Paulista, um dos pontos mais movimentados e mais altos de São Paulo. Esse é um lugar cercado de radiação e de ondas eletromagnéticas, que, é claro, a gente não consegue ver.

Se a gente voltasse no tempo, para 1985, a quantidade de radiação eletromagnética. Se ela fosse visível, seria mais ou menos como mostrado no vídeo acima. Mas agora, 30 anos depois, com celulares, tablets e computadores para todo lado, os cientistas calculam que a quantidade de radiação eletromagnética aumentou muito: 250 mil vezes. Se essas ondas fossem visíveis, você não conseguiria enxergar mais nada.

Mas toda essa radiação é segura para saúde? O tema divide opiniões. Enquanto muitos cientistas duvidam que a radiação de baixa intensidade provoque algum tipo de dano, outros discordam.

Um levantamento supercompleto, recém-publicado, de pesquisadores da Ucrânia e dos Estados Unidos concluiu: essas ondas eletromagnéticas podem não ser tão inofensivas como se pensava.

- “Essa energia entra nos tecidos. Estamos falando de efeitos de radiação no organismo”, afirma o biólogo molecular Segiy Kyrylenko.

O estudo reforça o que já tinha sido divulgado em um relatório de 2011, da Organização Mundial da Saúde (OMS). Trinta e um cientistas, de 14 países, decidiram incluir a radiação dos celulares na mesma categoria da emissão de gases de automóveis e do café, o grupo 2B, dos agentes possivelmente cancerígenos.

- “Os efeitos dessa radiação são evidentes, detectáveis e temos que ter cuidado”, garante Kyrylenko.

Um dos autores do levantamento mais recente, o ucraniano Sergiy Kyrylenko, passa uma temporada na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

Dos 100 trabalhos que o grupo dele analisou, 93 detectaram algum tipo de efeito em organismos vivos das ondas dos celulares, chamadas de radiação de baixa frequência. Kyrylenko destaca uma dessas pesquisas, feita pela própria equipe ucraniana.

- “Nós pegamos ovos de codorna e colocamos um celular comum por cima. Depois de três dias expostos à radiação do aparelho, o desenvolvimento dos ovos acelerou. Depois de cinco dias, no entanto, o desenvolvimento dos mesmos ovos desacelerou. Não estamos dizendo que isso pode causar danos. O que estamos falando é que essa radiação tem algum efeito no organismo, não é neutra”, relata Kyrylenko.

Essa radiação neutra tem um outro nome: radiação não-ionizante. Isso quer dizer que ela não tem energia suficiente para quebrar moléculas, como a do DNA, e fazer estragos no nosso corpo.

Já um outro tipo de radiação sabidamente provoca danos: a radiação ionizante. Ela causa doenças, inclusive o câncer. É a radiação das bombas atômicas e dos raios-x, que são muito úteis, mas precisam ser aplicadas em doses baixas.

Mas se a radiação não-ionizante não tem energia suficiente para romper moléculas e causar doenças, então como é que ela afeta os organismos vivos? Os cientistas têm uma forte suspeita.

O que boa parte dessas pesquisas está detectando lá nas células tem um nome complicado, mas é fácil de explicar: é o estresse oxidativo. Quando a gente respira, o oxigênio faz muito bem, é claro. Mas ele também produz substâncias que podem causar doenças, são os radicais livres. Só que dentro do nosso organismo, existem substâncias

que combatem os radicais livres. Só que no estresse oxidativo há um desequilíbrio, fica sobrando radical livre no organismo e isso pode levar a muitas doenças.

- “São danos que podem levar ao desenvolvimento de tumores” afirma Kyrylenko.

Nos consultórios e salas de cirurgia, opiniões diferentes. O doutor Antonio de Salles, professor de neurocirurgia da Universidade da Califórnia, toma precauções.

“Eu uso bastante celular, claro, mas eu tento evitar colocar na orelha, com o alto falante do telefone. Eu acho que nós devemos usar o celular distante do nosso corpo”, aconselha o neurocirurgião.

Guilherme Lepski, também neurocirurgião e treinado na Alemanha, tem uma visão oposta:

- “Eu não acredito muito nesse risco prático do celular na formação de tumores. É possível que exista algum risco? É possível. Eu particularmente acho que esse risco deve ser mínimo, muito pequeno ou, eventualmente, não existente”, diz Lepski.

E o doutor José Renato Félix Bauab, neurologista clínico, espera por mais pesquisas.

- “Têm alguns estudos que conseguiram comprovar que a proximidade ao crânio, naquele lado do cérebro, você tem um aumento de metabolismo. Mas ainda não conseguiu-se ainda uma comprovação de lesão ao DNA”, pondera Bauab.

Mas o neurocirurgião Antonio de Salles lembra que os celulares são um fenômeno recente, e muitas vezes, na medicina, é preciso tempo para os efeitos ficarem claros. “Quando os anos se passam e se seguem apropriadamente os estudos e os pacientes, a gente começa a ver isso”, diz Salles.

O representante dos fabricantes afirma:

- “Usar celular é seguríssimo. Os celulares que são colocados para comercialização seguem determinados padrões definidos pela Organização Mundial de Saúde. E esses limites têm uma margem de segurança enorme”, afirma Aderbal Bonturi Pereira, diretor do Fórum de Fabricantes de Celulares.

Enquanto o debate prossegue, os cientistas dão dicas para você se proteger.

1) Use o celular longe do corpo. “Principalmente, quando o celular está fazendo a conexão, que é quando a radiação está mais forte. Depois, é só usar o viva voz”, recomenda Kyrylenko.

2) Prefira mensagens de texto a ligações. “A radiação não-ionizante será menor”, diz Salles.

3) Não durma com o celular perto da cabeça.

4) Não carregue o aparelho no bolso.

5) E, por fim, importante! Enquanto houver dúvidas, evite que crianças usem o celular.

- “O osso é mais fino, as células estão em desenvolvimento”, esclarece Salles.

- “Não é para jogar fora os celulares, mas para usar com sabedoria” afirma Kyrylenko.

Adaptado de: <http://g1.globo.com/fantastico/noticia/2015/08/estudo-mostra-que-radiacao-de-celulares-pode-ser-prejudicial-saude.html>. Acesso em 23/08/2015.

APÊNDICES

APÊNDICE A

APENDICE A – Questionário sobre o contexto da turma.

Nome:

Idade:

- 1) Qual sua disciplina favorita e qual você menos gosta? Por quê?
- 2) Você gosta de Física? Comente sua resposta.
- 3) Você vê alguma utilidade em aprender Física? Comente sua resposta.
- 4) Você tem dificuldade para estudar Física?
- 5) Você se considera bom/boa aluno(a) em Física?
- 6) Você trabalha? Se sim, em quê?
- 7) Pretendes fazer algum curso superior? Qual? Em que instituição?
- 8) Você acredita que a Física se relaciona com alguma outra disciplina que você aprendeu? Qual(is)?

APÊNDICE B

APÊNDICE B – Slides utilizados nas Aulas 1 e 2.

**PENSAMENTO CIENTÍFICO E
EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE LUZ**
UMA VISÃO HISTÓRICA E EPISTEMOLÓGICA PARA O QUE SE VÊ

O que você entende por **ciência**?

Por que se escuta falar na mídia:
“... cientificamente comprovado”
???

Por muito tempo se viu a ciência como algo
intocável.

O que era dito pela ciência era uma verdade pura e
absoluta; incontestável.

Immanuel Kant (1724 – 1804) afirmava que todo
conhecimento era dividido em três áreas:

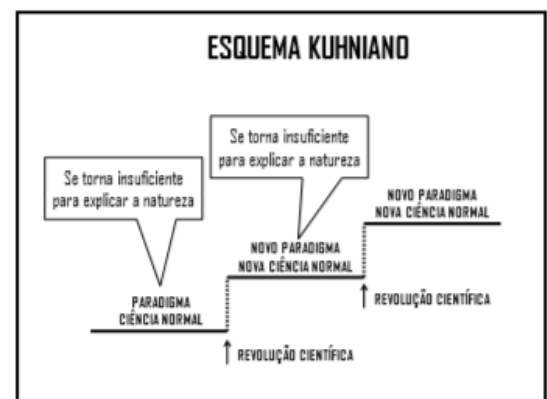
?
FILOSOFIA

!
ARTE

o
CIÊNCIA

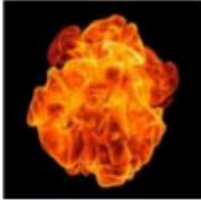
A epistemologia é a filosofia da ciência; pensa como
se dá o desenvolvimento científico

Buscando explicar como a ciência se desenvolve,
Thomas Kuhn (1922 – 1996) expõe sobre as
Revoluções Científicas



O que você entende por luz?

Desde o início da humanidade, o homem procurou por formas de se obter luz



Figurtem em http://www.frocpil.com/frocpilphoto/frocpil-photo_8104.htm
acesso em 20/08/2016

O que você entende por luz?

Na medida em que a organização social aumenta, também aumenta a necessidade de iluminação artificial



A discussão sobre luz começou de forma filosófica

PITÁGORAS (570 - 496 a.C.): a luz sai pelos olhos e toca os objetos.

PLATÃO (428 - 348 a.C.): a luz tanto sai dos olhos quanto é emitida ou refletida pelos objetos. O encontro dessas duas formas de luz que permite a visão.

ARISTÓTELES (384 - 322 a.C.): a luz vem dos objetos e então entra nos olhos.

A luz era de origem corpuscular. Composta por partículas

Discordava da hipótese anterior e dizia que a luz era a manifestação do meio existente entre o objeto e o olho

Fugindo do núcleo grego

AL-HAYTHAM (965 - 1040): a luz era algo emitido por todas as forças autoluminosas (emissão primária), mas também considerava uma fonte acidental (emissão secundária). A luz se propagava em linha reta.

Chega próximo de uma teoria ondulatória para a luz

A maior parte dos pensadores estavam de acordo com a teoria pitagórica e platônica

ALGUMAS DEMONSTRAÇÕES POSTERIORES FIZERAM COM QUE A TEORIA CORPUSCULAR FOSSE MAIS ACEITA

A LUZ NOS DIAS DE HOJE

2015 - Ano Internacional da Luz

No dia 20 de dezembro de 2013, a 68ª Sessão da Assembleia Geral das Nações Unidas proclamou o ano de 2015 como o *Ano Internacional da Luz e das Tecnologias baseadas em Luz (International Year of Light and Light-based Technologies - IYL 2015)*.

O Ano Internacional da Luz é uma iniciativa mundial que vai destacar a importância da luz e das tecnologias ópticas na vida dos cidadãos, assim como no futuro e no desenvolvimento das sociedades de todo o mundo. Essa é uma oportunidade única para se inspirar, para se educar e para se unir em escala mundial.

Ao proclamar um Ano Internacional com foco na ciência óptica e em suas aplicações, as Nações Unidas reconhecem a importância da conscientização mundial sobre como as tecnologias baseadas em luz promovem o desenvolvimento sustentável e fornecem soluções para os desafios mundiais nas áreas de energia, educação, agricultura, comunicação e saúde. A luz exerce um papel essencial no nosso cotidiano e é uma disciplina científica transversal obrigatória para o século XXI. Ela vem revolucionando a medicina, aliviando a comunicação internacional por meio da internet e continua a ser primordial para vincular aspectos culturais, econômicos e políticos da sociedade mundial.

Juntamente com a UNESCO, um grande número de organismos científicos participará dessa iniciativa, que, em 2015, vai reunir diversas partes interessadas, inclusive sociedades e associações científicas, instituições de ensino, plataformas de tecnologia, organizações sem fins lucrativos e parceiros do setor privado.

"Um Ano Internacional da Luz é uma grande oportunidade para garantir que gestores de políticas internacionais e partes interessadas se conscientizem sobre o potencial de solução de problemas que a tecnologia óptica apresenta. Nós temos agora uma oportunidade única para promover essa conscientização em âmbito mundial" (John Dudley, presidente do Comitê de Promoção do IYL 2015).

Disponível em: <http://www.unesco.org/new/pt/brasil/about-this-office/prizes-and-celebrations/2015-international-year-of-light/>. Acesso em 28/08/2015.

QUAIS SÃO AS TECNOLOGIAS QUE ENVOLVEM A LUZ?

QUE INFLUÊNCIA ESSAS TECNOLOGIAS CAUSAM NA SOCIEDADE MUNDIAL ATUAL?

ANALISANDO OS PARADIGMAS CIENTÍFICOS

PARADIGMA CORPUSCULAR

Isaac Newton (1643 - 1727): luz como um fluxo de corpúsculos e explicou, a partir disso, explicou a dispersão da luz;

René Descartes (1596 - 1650): defendia que a luz era formada por vibrações naturais das partículas e explicou os resultados para refração da luz.

PARADIGMA EM QUESTÃO: a teoria corpuscular não conseguia explicar os fenômenos de interferência e difração

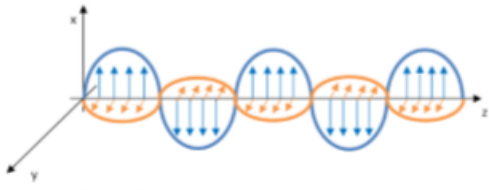
PARADIGMA ONDULATÓRIO

Christiaan Huygens (1629 - 1695): luz como uma série de ondas em choque que se empurram;

Thomas Young (1773 - 1829): critica a teoria corpuscular e mostra que, com a teoria ondulatória poderia se explicar a interferência e difração da luz.

PARADIGMA ONDULATÓRIO

JAMES MAXWELL (1831 - 1879): em 1865 fez a demonstração matemática de que a luz era uma onda eletromagnética;

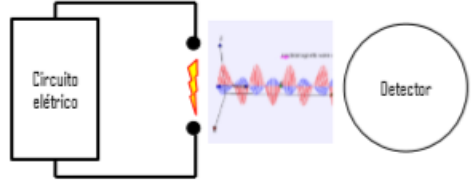


Mais sobre esta teoria nas próximas aulas!

PARADIGMA ONDULATÓRIO

HEINRICH HERTZ (1887): detectou experimentalmente uma onda eletromagnética pela primeira vez;

Desta forma, o paradigma ondulatório foi aceito pela comunidade científica e passou a compor a ciência normal.



EP disponível em: https://onix.nepesla.org/wiki/Electromagnetic_radiation#/media/Foto:Electromagneticradiation2Dfrontal.gif
Arquivo em: 21/05/2015

PARADIGMA ONDULATÓRIO

Como este paradigma ganhou força na comunidade científica?

- Fenômeno de polarização
- Fenômenos de reflexão e refração
- Fenômenos de difração e interferência
- Fenômenos de dispersão

PARADIGMA EM QUESTÃO: Einstein mostrou que a luz era capaz de arrancar elétrons de um metal. Entretanto, tal ação só seria possível com uma teoria corpuscular.

PARADIGMA ONDA - PARTÍCULA

ALBERT EINSTEIN (1905): propõe que o comportamento da luz era corpuscular a partir da introdução do conceito de fóton;

- **EFEITO FOTOELÉTRICO:** prêmio Nobel da Física em 1921

Explica bem o fenômeno do efeito fotoelétrico, mas deixa a desejar quanto a fenômenos como a interferência e a difração

Veremos mais sobre isso nas aulas seguintes

PARADIGMA ONDA-PARTÍCULA

Para estudar alguns fenômenos, se necessita utilizar o comportamento ondulatório e, para compreender outros fenômenos, necessita utilizar o comportamento corpuscular.

Nos dias atuais, a comunidade científica aceita a teoria da onda-partícula;

Este paradigma faz parte da ciência normal;

É necessário uma revolução científica para que se modifique a ciência normal formada por novos paradigmas.

REFERÊNCIAS

- KUHN, T. A estrutura das revoluções científicas. São Paulo, Perspectiva, 1970.
- OSTERMANN, F. A epistemologia de Kuhn. Caderno Catarinense de Ensino de Física. v. 13, n. 3, 1996.
- PIETROCOLA, M., POGIBIN, A., ANDRADE, E. de, e ROMERO, T. R. Física: Conceitos e contextos. Energia, Calor, Imagem e Sons. São Paulo, FTD, 2013. v. 2.
- RONAN, C. A. História ilustrada da ciência da Universidade de Cambridge: Oriente, Roma e Idade Média. Rio de Janeiro, Zahar, 1987. v. II.
- RONAN, C. A. História ilustrada da ciência da Universidade de Cambridge: Da Renascença à Revolução Científica. Rio de Janeiro, Zahar, 1987. v. III.
- RONAN, C. A. História ilustrada da ciência da Universidade de Cambridge: A ciência nos Séculos XIX e XX. Rio de Janeiro, Zahar, 1987. v. IV.
- VIEIRA, P. C. Perspectivas sobre a evolução histórica do conceito de luz e sua integração com a fotografia para o ensino da óptica / Patruse Coelho Vieira, Neusa Teresinha Nassoni - Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, 2014.

APÊNDICE C

APÊNDICE C – Slides utilizados nas Aulas 3 e 4.

ONDAS E ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO

ENTENDENDO A LUZ SOB O PARADIGMA ONDULATÓRIO

Estudo mostra que radiação de celulares pode ser prejudicial à saúde

Estudo realizado por cientistas da Universidade de Columbia, nos Estados Unidos, sugere que a radiação de celulares pode ser prejudicial à saúde.

Um novo estudo sugere que a radiação de celulares pode ser prejudicial à saúde. Os pesquisadores descobriram que a radiação de celulares pode causar danos ao DNA e aumentar o risco de câncer. O estudo foi publicado na revista *Environmental Health Perspectives*.

Os pesquisadores descobriram que a radiação de celulares pode causar danos ao DNA e aumentar o risco de câncer. O estudo foi publicado na revista *Environmental Health Perspectives*.

Os pesquisadores descobriram que a radiação de celulares pode causar danos ao DNA e aumentar o risco de câncer. O estudo foi publicado na revista *Environmental Health Perspectives*.

PENSANDO CRITICAMENTE

O que se pode tirar de informações pertinentes deste texto?

Os veículos de comunicação influenciam na forma com que o público interpreta a informação?

Estamos estudando a óptica. Qual é a relação do que se trata no texto com a luz?

Como nós recebemos os sinais no telefone, no rádio, wifi?



(1)



(2)



(3)

ANALISANDO OS PARADIGMAS CIENTÍFICOS

PARADIGMA CORPUSCULAR?

X

PARADIGMA ONDULATÓRIO?

PARADIGMA ONDULATÓRIO

O que você entende por Onda?

Existem ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas, vamos começar com as mecânicas:

Ondas do Mar

Ondas se propagando em uma corda

Som

PARADIGMA ONDULATÓRIO

Comprimento de onda

Amplitude

Frequência

PARADIGMA ONDULATÓRIO

Onda Eletromagnética:

MAS SERÁ QUE SÓ A LUZ QUE ENXERGAMOS PODE SE COMPORTAR DESTA FORMA?

ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO

(4)

tipo de radiação	radio	micro-ondas	infravermelho	visível	ultravioleta	raios X	raios gama
comprimento de onda	10^3 m	10^{-2} m	10^{-4} m	$0,4 \cdot 10^{-7}$ m	10^{-8} m	10^{-10} m	10^{-12} m
Exata aproximação do comprimento de onda	torres de rádio	humanos	borboletas	planta da legião	protonemas	moléculas	átomos
Frequência (Hz)	10^4	10^8	10^{12}	10^{14}	10^{16}	10^{18}	10^{20}

O que podemos interpretar nesta imagem?

ENTÃO, PODEMOS ENTENDER COMO AS ANTENAS CAPTAM OS SINAIS ELETROMAGNÉTICOS?

(5)

Simulação do 3,per

Simulação do 4,per

RETORNANDO AO TEXTO:

Qual das ideias apresentadas é mais aceita pela comunidade científica?

Por que esta teoria tem maior aceitação?

Quais argumentos científicos podem ser utilizados para reforçar esta teoria?

REFERÊNCIAS

- PIETROCOLA, M., POGIBIN, A., ANORADE, E. de, e ROMERO, T. R. **Física: Conceitos e contextos. Energia, Calor, Imagem e Sons.** São Paulo, FTD; 2013. v. 2.

- Simulação Onda em Corda. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/wave-on-a-string. Acesso em 09/09/2015.

- Simulação Irradiando Carga. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/radiating-charge. Acesso em 09/09/2015.

- Simulação Ondas de Rádio e Campos Eletromagnéticos. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/radio-waves. Acesso em 09/09/2015.

IMAGENS

(1) Disponível em: <http://www.freepik.com/index.php?goto=41&id=359256&url=aHR0cDovL3d3dY5zeGMuaHUvcGhvdG8vNTY2ODQ0>. Acesso em 03/09/2015.

(2) Disponível em: http://www.freepik.com/free-vector/radio-in-flat-design_804432.htm#term=radio&page=1&position=5. Acesso em 03/09/2015.

(3) Disponível em: http://www.freepik.com/free-icon/wifi-signal_774398.htm#term=wifi&page=1&position=2. Acesso em 03/09/2015.

(4) Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Espectro_eletromagn%C3%A9tico#/media/Fil_e:Espectro_EM_pt.svg. Acesso em 03/09/2015.

(5) Disponível em: http://www.freepik.com/free-icon/antenna_739356.htm#term=antenas&page=1&position=2. Acesso em 03/09/2015.

APÊNDICE D

APÊNDICE D – Slides utilizados nas Aulas 5 e 6.



ANALISANDO A FIGURA EM DUPLAS

Por que alguns veículos possuem este aviso nos retrovisores laterais?

Esta informação também está contida no espelho do interior do veículo?

Qual o conceito físico está relacionado com o entendimento desta imagem?

FENÔMENO DE REFLEXÃO DA LUZ
COMO CADA PARADIGMA EXPLICARIA ESTE FENÔMENO

AL-HAYTHAM (965 – 1040): Considerava fontes auto luminosas e fontes acidentais de luz

Hoje, na Física, chamamos de **fonte primária** e **fonte secundária** de luz:

(3) (2)

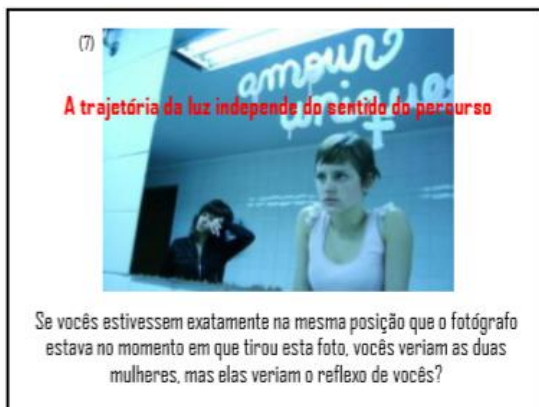
AL-HAYTHAM (965 – 1040): Também propôs que a luz se propagava em linha reta

Esta ideia foi reforçada por **Fresnel** e **Huygens**

Hoje na Física consideramos que, **em um meio homogêneo, a luz se propaga em linha reta.**

COSTUMA-SE CHAMAR A TRAJETÓRIA PERCORRIDA PELA LUZ DE **RAIO DE LUZ**

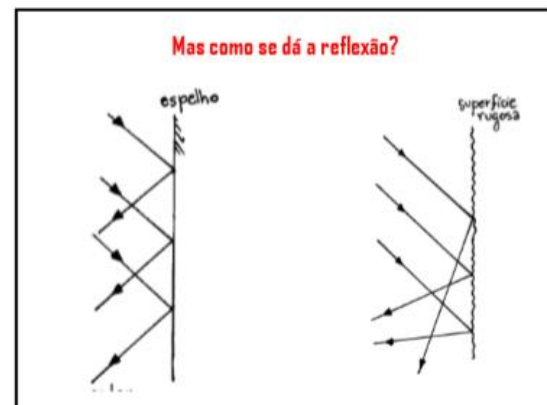


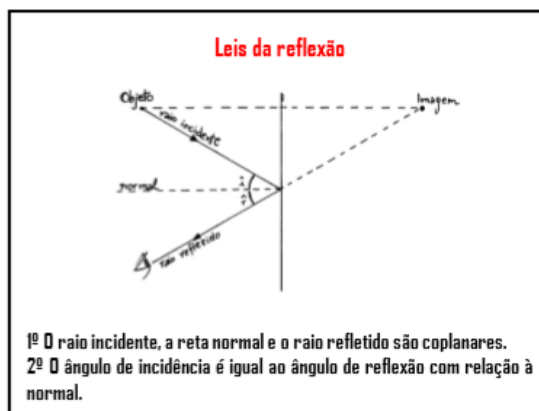
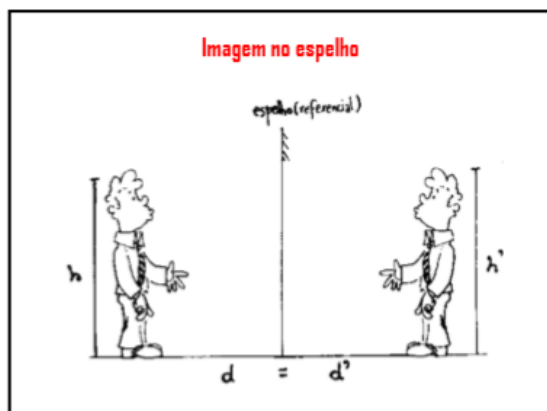


Falando em espelhos, proponho duas atividades:

Atividade 1: pense que você está olhando para um espelho, de preferência grande. Como aparece sua imagem? Levantando o braço esquerdo. Que braço a sua imagem levantaria?

Atividade 2: Agora, imagine que você se afastou um passo do espelho. O que aconteceu com o tamanho da sua imagem? O que aconteceu com o tamanho dos objetos que estão atrás de você? Imagine que você saia correndo - de costas para continuar olhando sua imagem. O que aconteceria com sua imagem? A que velocidade ela se afasta de você? E do espelho?






PENSANDO NOS PARADIGMAS SOBRE A ORIGEM DA LUZ

Paradigma Corpuscular

Paradigma Ondulatório

 Simulação 2.jar

REFERÊNCIAS

- PIETROCOLA, M., POGIBIN, A., ANDRADE, E. de, e ROMERO, T. R. **Física: Conceitos e contextos. Energia, Calor, Imagem e Sons.** São Paulo, FTD, 2013. v. 2.
- GREF: Grupo de reelaboração do Ensino de Física. Editora da Universidade de São Paulo, 1995.
- Simulação Onda em Corda. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/wave-on-a-string. Acesso em 09/09/2015.

IMAGENS

(1) Disponível em: https://c1.staticflickr.com/4/3222/2285042447_04ae906819_k.jpg. Acesso em 17/09/2015.

(2) Disponível em: <http://hdwpics.com/images/1C403377EC76/Moons-Reflection.jpg>. Acesso em 17/09/2015.

(3) Disponível em: https://pixabay.com/p-82302/?no_redirect. Acesso em 17/09/2015.

(4) Disponível em: https://pixabay.com/p-47189/?no_redirect. Acesso em 17/09/2015.

(5) Disponível em: https://pixabay.com/p-160991/?no_redirect. Acesso em 17/09/2015.

(6) Disponível em: https://c1.staticflickr.com/3/2590/3950394283_93892a46a5_k.jpg. Acesso em 17/09/2015.

(7) Disponível em: http://ur.freeipik.com/fotos-gratis/retratos-lspo06_541286.htm. Acesso em 17/09/2015.

(8) Disponível em: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/63/Schott-durum_glassware.PNG. Acesso em 17/09/2015.

APÊNDICE E

APÊNDICE E – Slides utilizados nas Aulas 7 e 8.



DADOS SOBRE UTILIZAÇÃO DA INTERNET NO BRASIL

Segundo o Ibope Media (2013), éramos 105 milhões de internautas, sendo o Brasil o 5º país mais conectado na época.

57,2 milhões de usuários acessam regularmente a Internet. 38% das pessoas acessam à web diariamente; 10% de quatro a seis vezes por semana; 21% de duas a três vezes por semana; 18% uma vez por semana. Assim, **87% dos internautas brasileiros entra na internet pelo menos uma vez por semana**

DADOS SOBRE UTILIZAÇÃO DA INTERNET NO BRASIL

Em 2008, o Brasil atingiu a meta de 10 milhões de conexões um ano e meio antes do previsto. Em 2013, 27 milhões de usuários já tinham banda larga. A cada 2 segundos, 3 novas conexões são ativadas. Quanto ao volume de dados, o incremento foi de 56 vezes de 2002 até 2007. Por tecnologia, 57,88% é DSL e 30,17% é cable modem.

O número de conexões móveis cresceu de 2,33 mil (em 2007) para 7,2 milhões em 2013. A projeção é de 9,3 milhões em 2014, superando os 15 milhões depois dos Jogos Olímpicos.

18% dos internautas brasileiros tem uma velocidade de banda larga de 128 a 512 Kbps; 45% tem 512 Kbps a 2 Mbps; 27% usa 2 Mbps a 8 Mbps. Se compararmos com os números de outubro de 2011, perceberemos a migração dos usuários para velocidades superiores. No 3º trimestre de 2013, a velocidade média da conexão atingiu 2,7 Mbps.

Em agosto de 2015, 97,7% das conexões eram consideradas de banda larga, ou seja, apenas 2,3% ainda eram conexões discadas.

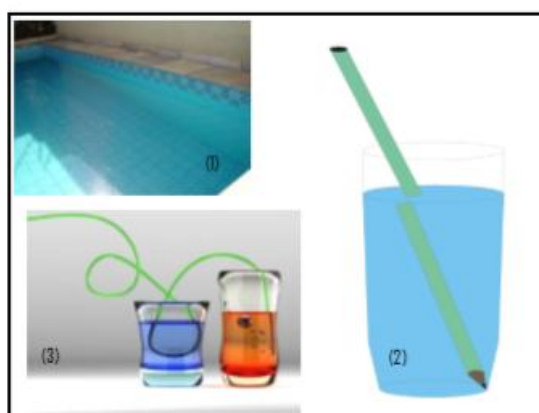
FIBRA ÓPTICA

O que é	Tecnologia usada para passar sinal de internet e TV
Vantagens	???
Desvantagem	???
Velocidade	???
Preço	???

Refração é o fenômeno em que ocorre a **troca de meio** por uma onda. A onda muda de meio **alterando a sua velocidade de propagação**.

Os fenômenos a serem trabalhados consideram a **luz como uma onda** e esta luz altera sua velocidade dependendo do meio em que está se propagando.

Cuidado ao associar o fenômeno de refração com o desvio do raio de luz quando muda de meio. Só ocorre o desvio quando há um certo ângulo de inclinação com relação à normal, se não, o raio refratado não sofre desvio.



O **índice de refração** é o que vai determinar o quanto um material é capaz de refratar um raio de luz e define qual é a **velocidade da luz no meio** em que ela está se propagando.

Índice de refração $n = \frac{c}{v}$

Velocidade da luz no vácuo $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

Velocidade da luz no meio v

Índice de refração no vácuo $n = 1$

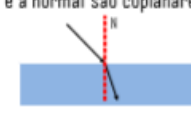
Índice de refração $n \geq 1$

IMPORTANTE: dizer que o índice de refração é menor do que 1 implica em uma velocidade de propagação da luz no meio maior do que a velocidade da luz no vácuo. **Isso não pode!**

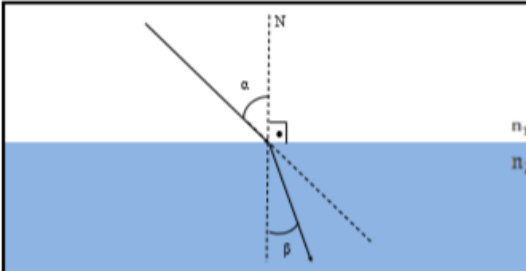
Existem duas as leis que fundamentam o fenômeno de **refração**, são elas:

1ª) O raio incidente, o raio refratado e a normal são coplanares:

2ª) Lei de Snell:



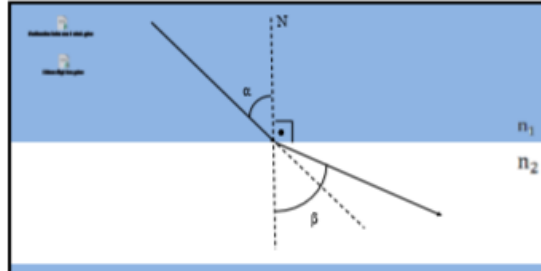
$$\frac{\text{sen } \theta_1}{\text{sen } \theta_2} = \text{cte} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$n_1 \cdot \text{sen } \theta_1 = n_2 \cdot \text{sen } \theta_2$$


$\alpha > \beta$
 $\text{sen } \alpha > \text{sen } \beta$

$$\frac{\text{sen } \alpha}{\text{sen } \beta} = \frac{n_2}{n_1} \quad n_2 > n_1$$

Se o raio vai de um meio menos refringente para um mais refringente, o raio **aproxima-se da normal**.

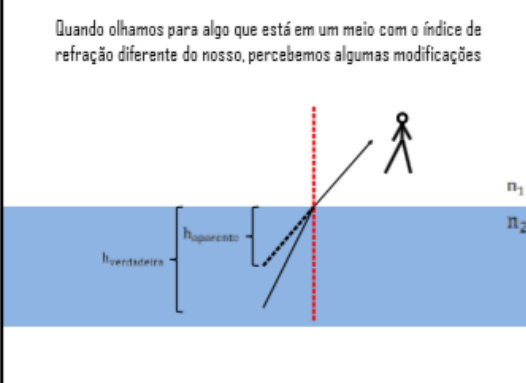


$\beta > \alpha$
 $\text{sen } \beta > \text{sen } \alpha$

$$\frac{\text{sen } \alpha}{\text{sen } \beta} = \frac{n_2}{n_1} \quad n_1 > n_2$$

Se o raio vai de um meio mais refringente para um menos refringente, o raio **afasta-se da normal**.

Quando olhamos para algo que está em um meio com o índice de refração diferente do nosso, percebemos algumas modificações



$H_{\text{verdadeira}}$ H_{aparente}

Paradigma Corpuscular

É fácil entender como a teoria corpuscular explicaria o fenômeno da refração.

Se imaginarmos vários corpos se deslocando em um lugar onde não há resistência. Em seguida mudam para um meio onde há resistência. Logo, a velocidade tende a diminuir.

ANALOGIA DO CARRINHO

FIBRA ÓPTICA

O que é	Tecnologia usada para passar sinal de internet e TV
Vantagens	Maior velocidade de internet e qualidade de sinal
Desvantagem	Fisicamente mais frágil que a alternativa tradicional
Velocidade	Até 200 Mbps (megabits por segundo)
Preço	De R\$ 69,9 até R\$ 399,9

MENSALIDADES DOS PLANOS DE BANDA LARGA

	Fibra óptica	Tradicional
EMPRESA 1	50 Mbps - R\$ 249,90	25 Mbps - R\$ 94,90
	150 Mbps - R\$ 399,90	35 Mbps - R\$ 99,90
EMPRESA 2	100 Mbps - R\$ 149,90	10 Mbps - R\$ 69,90
	200 Mbps - R\$ 189,90	15 Mbps - R\$ 79,90
EMPRESA 3	50 Mbps - R\$ 79,90	1 Mbps - R\$ 29,80
	100 Mbps - R\$ 119,90	4 Mbps - R\$ 49,90
	200 Mbps - R\$ 159,90	

Disponível em: <http://tecnologia.uol.com.br/noticias/redacao/2013/12/12/banda-larga-ou-fibra-optica-e-opcao-moderna-e-veloz-ou-cabo-tradicional.htm> (adaptado). Acesso em 22/09/2015.

DADOS SOBRE UTILIZAÇÃO DA INTERNET NO BRASIL

Os números com relação à utilização da internet deve aumentar ou diminuir com o passar dos anos?

É importante investir em tecnologias que visam a melhora da transmissão de sinais de internet?

De que forma a utilização da internet pode influenciar a vida das pessoas? Como podemos melhorar a nossa vida utilizando a internet?

REFERÊNCIAS

- Dados, Estatísticas e Projeções sobre a internet no Brasil. Disponível em: <http://tobeguarany.com/internet-no-brasil/>. Acesso em 23/09/2015.

- PIETROCOLA, M., POGIBIN, A., ANDRADE, E. de, e ROMERO, T. R. **Física: Conceitos e contextos. Energia, Calor, Imagem e Sons**. São Paulo, FTD, 2013. v. 2.

- GASPAR, A. **Compreendendo a Física: Ondas, óptica e termodinâmica**. v. 2. São Paulo. Ática, 2010.

- Algodoo Software Livre. Disponível em: <http://www.algodoo.com/>. Acesso em 23/09/2015.

IMAGENS

(1) Disponível em: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6a/Swimming_pool_01653.JPG. Acesso em 23/09/2015.

(2) Disponível em: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f2/Refraction_of_a_pencil.svg/724px-Refraction_of_a_pencil.svg.png. Acesso em 23/09/2015.

(3) Disponível em: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d4/Glass_is_Liquide.jpg. Acesso em 23/09/2015.

APÊNDICE F

APÊNDICE F – Primeira parte da avaliação.

ATIVIDADE AVALIATIVA TURMA 202 – 2015 PROFESSOR-ESTAGIÁRIO ESTEVÃO ANTUNES JR.

A turma será dividida em **5 grupos**. Cada um dos grupos será responsável por pesquisar sobre uma tecnologia óptica trabalhada em aula. Esta pesquisa deverá abordar aspectos físicos que envolvem a tecnologia e aspectos sociais que são influenciados por tal.

Vocês deverão estar com a pesquisa em mãos no dia **26/10/2015**, dia em que realizaremos em aula uma atividade avaliativa que determinará o conceito de vocês (**não é uma prova**, é atividade avaliativa no próprio grupo). Todo o grupo deve participar, é importante que os membros dividam as tarefas para que não haja problemas.

Os temas a serem escolhidos estão na tabela abaixo:

	TECNOLOGIA QUE ENVOLVE ÓPTICA
GRUPO 1	ANTENAS E TRANSMISSÃO DE SINAIS
GRUPO 2	CÉLULAS FOTOVOLTAICAS
GRUPO 3	USINAS NUCLEARES: RADIAÇÃO GAMA
GRUPO 4	FIBRA ÓPTICA
GRUPO 5	ESPECTRÔMETRO DE LUZ VISÍVEL

OBSERVAÇÃO: Vocês podem pedir dicas de onde pesquisar sobre cada assunto.

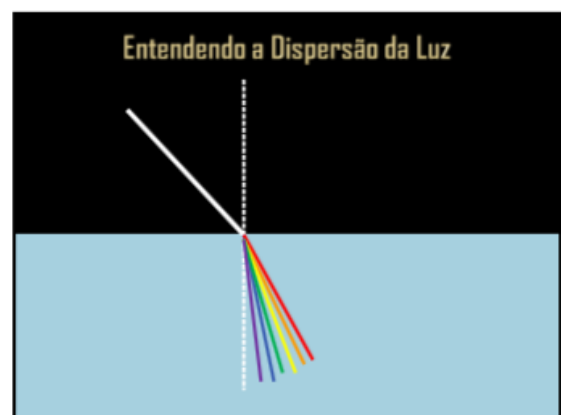
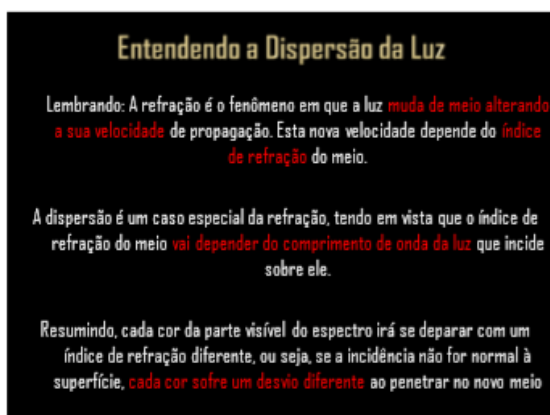
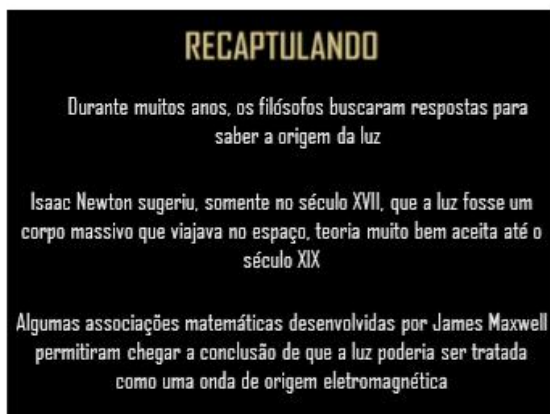
Número do grupo: **GRUPO** _____

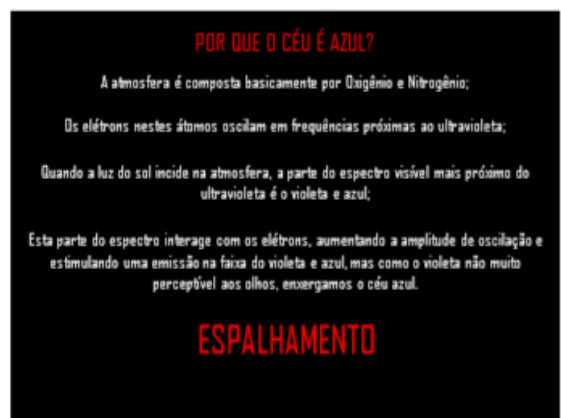
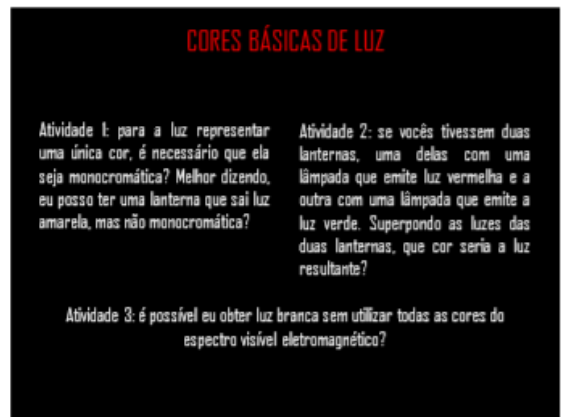
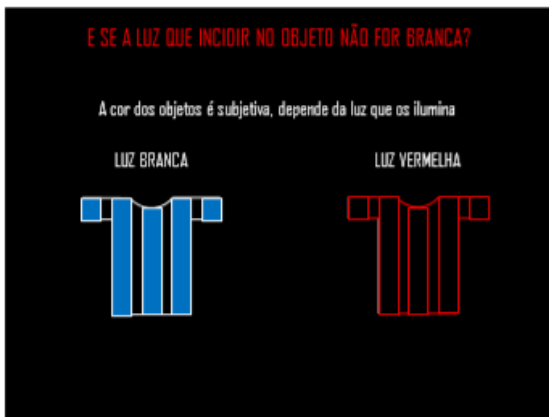
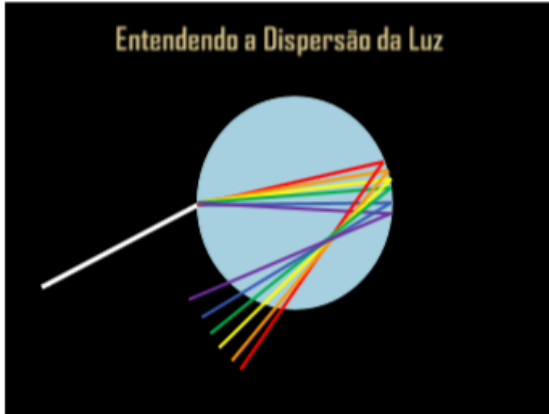
Integrantes:

- 1) _____
- 2) _____
- 3) _____
- 4) _____
- 5) _____
- 6) _____

APÊNDICE G


APÊNDICE G – Slides utilizados nas Aulas 9 e 10.





Desenvolvimento da Espectroscopia

(4)



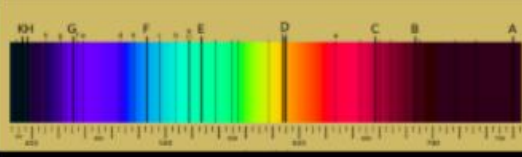
Joseph Von Fraunhofer (1787-1826): era um fabricante de instrumentos de vidro e usava o **espectro solar** para calibrar seus instrumentos.

No início do século XIX ele percebeu que o espectro solar continha **linhas escuras**.

Ele classificou 324 destas e usou letras maiúsculas (de A a K) para classificar as mais largas e minúsculas para classificar as mais finas levando em consideração os comprimentos de onda na ordem crescente, podendo conter também números.

Linhas de Fraunhofer

(5)



(6)



Robert Wilhelm Bunsen (1811-1899): em 1856 inventou o bico de Bunsen que emitia uma chama incolor, então, quando em contato com uma substância, esta chama emitia a cor da substância e não da própria chama.

(7)



(8)

Gustav Robert Kirchhoff (1824-1887): colaborador de Bunsen e junto com ele observou que o espectro formado de diversos elementos colocados na chama, não era contínuo, e sim constituído de séries de linhas brilhantes que variavam dependendo do elemento.

Com isso, concluiu que o Sol era um gás ou sólido quente, envolvido por um gás mais frio. Estas camadas mais frias é que produziam as linhas escuras do espectro solar. Descobriu assim linhas de Mg, Ca, Cr, Co, Z, Ba e Ni no Sol.



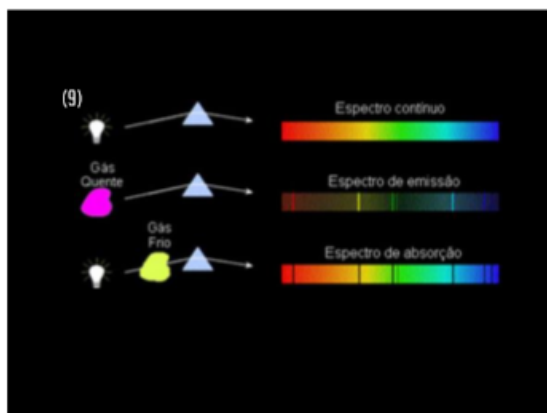
Linhas	λ (Å)	Elemento	Cor
A	7594	oxigênio	Vermelha
B	6867	oxigênio	
C	6563	hidrogênio, H α	
D1	5896	sódio	Amarela
D2	5896	sódio	
D3	5876	potássio	
B	5270	ferro e cálcio	
H1	5184	magnésio	
F	4861	hidrogênio, H β	Verde
G	4308	ferro (e cálcio)	Azul
H	3948	cálcio	
K	3934	cálcio	Violeta

Leis de Kirchhoff

1ª Lei: Um corpo opaco quente, sólido, líquido ou gasoso, emite um espectro contínuo.

2ª Lei: Um gás transparente produz um espectro de linhas brilhantes (de emissão). O número e a posição dessas linhas depende dos elementos químicos presentes no gás.

3ª Lei: Se um espectro contínuo passar por um gás à temperatura mais baixa, o gás frio causa a presença de linhas escuras (absorção). O número e a posição dessas linhas depende dos elementos químicos presentes no gás.



É importante frisar que as linhas escuras não são ausência de luz, mas sim uma diferença de luz. O gás envolvido (com menor temperatura) absorve a radiação e reemite menos radiação, se o gás estivesse à mesma temperatura (em equilíbrio térmico) os níveis de absorção e reemissão seriam os mesmos.

Referências

HEWITT, P. G. *Física Conceitual*. 9ª Edição. Porto Alegre: Bookman, 2002.

OLIVEIRA FILHO, K. e SARAYVA, M. F. *Astronomia e Astrofísica*. 2003.

RONAN, C. A. *História ilustrada da ciência da Universidade de Cambridge: Da Renascença à Revolução Científica*. Rio de Janeiro, Zahar, 1987. v. III.

Espectroscopia. Instituto de Física da UFRGS. Disponível em:
<http://astro.if.ufrgs.br/rad/espec/especthm>. Acesso em 07/10/2015.

Simulação das cores. Disponível em:
<https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/color-vision>. Acesso em 07/10/2015.

Imagens

- (1) Disponível em:
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/60/arco_523%20ris_01_Fraunhofer_-_DA_Foto_dos_Solitos.jpg. Acesso em 07/10/2015.
- (2) Disponível em: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/39/GodfreyKneller-IsaacNewton-1689.jpg>. Acesso em 07/10/2015.
- (3) Disponível em: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/92/Diffrakcijspernice.jpg>. Acesso em 07/10/2015.
- (4) Disponível em:
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8a8b/16/PSM_106_0660_Joseph_Fraunhofer.jpg e https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3c/PSM_V06_0660_Joseph_Fraunhofer.jpg. Acesso em 07/10/2015.
- (5) Disponível em: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8a8b/16/PSM_106_0660_Joseph_Fraunhofer_lines.jpg. Acesso em 07/10/2015.
- (6) Disponível em:
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3c/PSM_V06_0448_Robert_Wilhelm_Bunsen.jpg. Acesso em 07/10/2015.
- (7) Disponível em: https://id.stadtfiche.com/1/6020/595684674_48576583.jpg. Acesso em 07/10/2015.
- (8) Disponível em:
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8a8b/16/Gustav_Robert_Kirchhoff.jpg e https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8a8b/16/Gustav_Robert_Kirchhoff.jpg. Acesso em 07/10/2015.
- (9) Imagem retirada de: Espectroscopia no século XIX. Disponível em:
<https://www.youtube.com/watch?v=4kSHW1WdY1>. Tempo 5:33. Acesso em 07/10/2015.

APENDICE H

APENDICE H – Segunda parte da avaliação.

ATIVIDADE AVALIATIVA TURMA 202 - 2015 PROFESSOR-ESTAGIÁRIO ESTEVÃO ANTUNES JR.

Para auxiliá-los na apresentação do dia 26/10/2015, proponho que respondam um questionário para ser entregue no dia da apresentação. O questionário deve ser respondido com relação à tecnologia que envolve óptica escolhida pelo seu grupo.

	TECNOLOGIA QUE ENVOLVE ÓPTICA
GRUPO 1	ANTENAS E TRANSMISSÃO DE SINAIS
GRUPO 2	CÉLULAS FOTOVOLTAICAS
GRUPO 3	USINAS NUCLEARES: RADIAÇÃO GAMA
GRUPO 4	FIBRA ÓPTICA
GRUPO 5	ESPECTRÔMETRO DE LUZ VISÍVEL

- 1) Para quais aplicações cotidianas podemos associar a tecnologia que envolve óptica escolhida pelo seu grupo?
- 2) Que influências sociais estão associadas à esta tecnologia?
- 3) Quais são os conceitos físicos que contribuem para o entendimento desta tecnologia?
- 4) Por que é importante entender o funcionamento da tecnologia?
- 5) Exponha sua opinião sobre as tecnologias que envolvem ópticas e de que forma elas podem influenciar a vida social das pessoas.

APÊNDICE I

APÊNDICE I – Instruções para o Júri Simulado.

Prática do Júri Simulado

TÓPICOS:

- 1) Reflexão da luz
- 2) Refração da luz
- 3) Interferência e Difração

DINÂMICA:

Primeiramente, os alunos serão informados de que estão inseridos no século XVII durante uma revolução científica. Todos são membros da comunidade científica, que está em fase de adaptação a um novo paradigma científico. Nesta perspectiva, uma parte do grupo de cientistas defende o paradigma corpuscular, outra parte defende o paradigma ondulatório e uma terceira parte está indecisa.

Para simular esta situação, a turma será dividida em 3 grupos, um deles com o papel de defender a teoria corpuscular, outro com o papel de defender a teoria ondulatória e o outro será o júri. Cada grupo em disputa será composto por 40% do total de estudantes no dia da aula. Os outros 20% serão do júri popular.

Os grupos em disputa receberão os tópicos do debate no início da aula e devem elaborar argumentos para defender sua posição frente ao júri em um debate póstumo. Para isso, devem utilizar os tópicos trabalhados em aula (os slides serão distribuídos) e possível acesso à internet pelos smartphones.

Após uma discussão e formação dos argumentos, cada grupo deve escolher um representante que acreditam que seja influente com relação ao júri para participar do debate, este representante poderá ser alterado na medida em que o tópico for alterado no decorrer do processo.

DEBATE:

Será sorteado um tópico e cada grupo deverá eleger o seu representante para esta etapa do debate. O grupo que começou na primeira fase, não começará na segunda.

Duração	O que vai acontecer
2 minutos	Mediador apresenta o tópico de forma breve
2 minutos	O grupo 1 argumenta seu ponto de vista
2 minutos	O grupo 2 argumenta seu ponto de vista
1 minuto	O grupo 1 faz a réplica
1 minuto	O grupo 2 faz a tréplica
2 minutos	Mediador conclui o processo