

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação
Instituto de Ciências Biológicas
Instituto de Física
Instituto de Química
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências
Mestrado Profissional em Ensino de Ciências

**Uma proposta de abordagem do tema “Radiação
Eletromagnética” baseada na proposta CTS de ensino**

Rodrigo Dutra Silveira Monteiro

Brasília – DF, Março de 2011



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação
Instituto de Ciências Biológicas
Instituto de Física
Instituto de Química
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências
Mestrado Profissional em Ensino de Ciências

Uma proposta de abordagem do tema “Radiação Eletromagnética” baseada na proposta CTS de ensino

Rodrigo Dutra Silveira Monteiro

Dissertação realizada sob a orientação da Prof^a Dr^a Maria de Fátima da Silva Verdeaux e apresentada à banca examinadora como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências - área de concentração: Ensino de Física, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências pela Universidade de Brasília.

Brasília – DF, Março de 2011

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

FOLHA DE APROVAÇÃO

RODRIGO DUTRA SILVEIRA MONTEIRO

**Uma proposta de abordagem do tema “Radiação Eletromagnética”
baseada na proposta CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) de ensino**

Dissertação apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de Concentração Ensino de Física, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Aprovada em 31 de março de 2011.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Maria de Fátima da Silva Verdeaux
(Presidente – Instituto de Física/UnB)

Prof. Dr. Umberto Euzébio
(Membro Externo – Instituto de Ciências Biológicas/UnB)

Prof. Dr. Cássio Costa Laranjeiras
(Membro Interno – Instituto de Física/UnB)

Prof^a. Dr^a. Célia Maria Soares Gomes de Sousa
(Membro Suplente – Instituto de Física/UnB)

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho à minha mãe, Marli, meu porto seguro e companheira de todos os momentos.

À minha avó, Angelina, incansável intercessora e sábia conselheira.

Aos meus irmãos, Robson, Rafael, Rafaela e Ramon.

À minha orientadora, Prof^a Dr^a Maria de Fátima da Silva Verdeaux, que sempre incentivou e estimulou a realização do projeto.

Aos professores, coordenadores e servidores do PPGEC-UnB, que através do seu trabalho e dedicação, promovem essa oportunidade de aprimoramento do conhecimento.

Aos meus amigos que sempre se fazem presentes nas minhas conquistas.

Rodrigo Dutra Silveira Monteiro

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, autor e consumidor da minha fé por Seu filho Jesus, que me sustenta e me dá força para enfrentar os desafios que me são propostos, está comigo em todas as horas e não deixa vacilar os meus pés.

À minha mãe, Marli, por seu amor incondicional e por, ao seu modo, prestar apoio a todos os meus projetos.

À minha orientadora, Fátima, grande amiga, grande profissional, pela paciência e pela calma em tratar todas as situações, sempre com uma palavra de incentivo, até mesmo nas necessárias repreensões. Ao Boris, pelas sempre calorosas recepções em cada encontro.

Aos diretores, professores e estudantes do Centro Educacional 01 do Riacho Fundo 1, que contribuíram para a realização deste projeto.

Aos meus amigos Charles e Félix, pelas roubadas em que me colocam e pelos quilos a mais de massa corporal. Aos companheiros de tradição milenar.

À minha tia do coração Lili, que por sua conhecida humildade vai dizer em meio a gargalhadas “*mas eu não fiz nada*”, mas sempre me ofereceu apoio, material e imaterial, sendo o segundo muito mais valioso que o primeiro. O apreço não tem preço.

Aos amigos e companheiros que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste e de tantos outros projetos, que ficam injustiçados pela falta de espaço para citar tantos nomes.

Rodrigo Dutra Silveira Monteiro

Resumo

O ensino de Física nas escolas torna-se maçante e pouco atrativo na medida em que é praticado fora de contexto, sem ligação com os elementos que motivam a própria existência da ciência. Direcionar o ensino de Física para o fim social, tornando o conhecimento útil ao usuário por meio de vínculos com temas relevantes é imperativo. Nesse trabalho de pesquisa propomos a utilização de temas de relevância social, pela abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade), familiares aos estudantes, para o estudo dos temas científicos relacionados. Como exemplo, aplicamos as tecnologias utilizadas pela perícia forense para abordar os conteúdos relativos à “Radiação Eletromagnética”. Para o desenvolvimento desse estudo fundamentamos na teoria sócio-histórica de Vygostsky o referencial teórico. O projeto de pesquisa foi desenvolvido em uma escola de ensino médio da rede pública de ensino do Distrito Federal com uma turma de voluntários do 3º ano do Ensino Médio. Os estudantes que participaram do projeto responderam um pré e um pós-teste com o objetivo de se verificar o aumento na compreensão dos conceitos abordados. A partir da análise dos dados colhidos, concluímos ser possível afirmar que o método pôde contribuir para o desenvolvimento dos conceitos por nós abordados. Faz parte dessa dissertação os diapositivos (*slides*) utilizados nas aulas, o planejamento de cada aula contendo os objetivos de cada aula, a carga horária necessária e a atividade desenvolvida, além das atividades avaliativas.

Palavras-Chave: Ensino de Física, Ciência-Tecnologia-Sociedade, Radiação Eletromagnética, Perícia Forense.

Abstract

The teaching of physics in schools becomes dull and unattractive as it is practiced out of context, no connection with the elements that motivate the self-existence of science. Direct the teaching of physics to the social order, making knowledge useful to the user through links with relevant issues is imperative. In this research work proposes the use of themes of social relevance by addressing STS (Science-Technology-Society), familiar to students, to study scientific subjects related. As an example, we use the technologies used by forensic expertise to tackle the content relating to "Electromagnetic Radiation". To develop this study used the social-historical theory of Vygotsky as referential. The research project was developed in a high school in the public schools of the Federal District with a group of volunteers from the 3rd year of high school. Students who participated in the project answered a pre-and post-test in order to verify the increased understanding of the concepts covered. From the analysis of data collected, we believe we can affirm that the method could contribute to the development of the concepts we discussed. Part of this dissertation the slides used during lessons, each lesson plan with objectives for each lesson, the workload required and the activity undertaken, in addition to evaluation activities.

Keywords: Physics Education, Science-Technology-Society, Electromagnetic Radiation, Forensics.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Polícia e Ciência.....	44
Figura 2: Ciência Forense 1.....	45
Figura 3: Ciência Forense 2.....	45
Figura 4: Ciência Forense 3.....	46
Figura 5: Aspectos Jurídicos 1.....	46
Figura 6: Corpo de Delito.....	47
Figura 7: Artigo 159.....	47
Figura 8: Artigo 159.....	48
Figura 9: Artigos 160 e 162.....	48
Figura 10: Artigos 166 e 170.....	49
Figura 11: Artigos 171 e 172.....	49
Figura 12: Artigos 173, 175, 180 e 182.....	50
Figura 13: Papiloscopia.....	50
Figura 14: Papiloscopista.....	51
Figura 15: Características Papiloscópicas.....	51
Figura 16: Técnicas Papiloscópicas 1.....	52
Figura 17: Técnicas Papiloscópicas 2.....	52
Figura 18: Teoria Ondulatória da Luz.....	53
Figura 19: Onda Eletromagnética.....	54
Figura 20: Espectro Eletromagnético 1.....	54
Figura 21: Espectro Eletromagnético 2.....	55
Figura 22: Ondas de Rádio.....	55
Figura 23: Ondas de TV.....	56
Figura 24: Microondas.....	56
Figura 25: Infravermelho.....	57
Figura 26: Luz Visível.....	57

Figura 27: Cores.....	58
Figura 28: Espectro Eletromagnético Visível 1.....	58
Figura 29: Espectro Eletromagnético Visível 2.....	59
Figura 30: Ultravioleta.....	59
Figura 31: Raios X.....	60
Figura 32: Radiação Alfa, Beta e Gama.....	60
Figura 33: Fenômenos Ondulatórios.....	61
Figura 34: Reflexão Seletiva.....	61
Figura 35: Refração da Luz.....	62
Figura 36: Teoria Ondulatória.....	63
Figura 37: Problemas.....	64
Figura 38: Einstein.....	64
Figura 39: Teoria Quântica.....	65
Figura 40: Modelo Atômico.....	65
Figura 41: Excitação Eletrônica.....	66
Figura 42: Espectro de Emissão.....	66
Figura 43: Análise Química.....	67
Figura 44: He – Espectro.....	67
Figura 45: Fluorescência.....	69
Figura 46: Fosforecência.....	69
Figura 47: Luz Forense.....	70
Figura 48: Aplicação Forense.....	70
Figura 49: Aplicação Forense - identificação.....	71
Figura 50: Aplicação Forense – coleta.....	71
Figura 51: Preparação do Luminol.....	72
Figura 52: Aplicações do Luminol.....	72
Figura 53: Resultados da Aplicação.....	73

Figura 54: Conclusões 1.....	73
Figura 55: Conclusões 2.....	74
Figura 56: Conclusões 3.....	74
Figura 57: Respostas da questão “O que você entende por radiação eletromagnética?”.....	77
Figura 58: Respostas da questão “O que você entende por espectro eletromagnético?”.....	78
Figura 59: Respostas da questão “Existe alguma forma de se detectar uma radiação eletromagnética, sem o uso de aparelhos eletrônicos?”.....	79
Figura 60: Respostas da questão “A frequência de uma onda eletromagnética pode dar alguma informação sobre a fonte que a emitiu?”.....	80
Figura 61: Respostas da questão “Com base nessas informações, marque a alternativa correta”.....	81
Figura 62: Respostas da questão “Em 1985, o físico alemão Wilhelm Conrad Roentgen descobriu os raios X, que são usados principalmente na área médica e industrial. Esses raios são:”.....	82
Figura 63: Respostas da questão “Os raios X (tipo de radiação eletromagnética), utilizados amplamente na Medicina, são prejudiciais à saúde, por quê?”.....	83
Figura 64: Respostas da questão “O que você entende por dualidade onda-partícula?”.....	84
Figura 65: Respostas da questão “O que você entende por fóton?”.....	85
Figura 66: Respostas da questão “O que você entende por órbitas quantizadas dos elétrons nos átomos?”.....	86
Figura 67: Respostas da questão “A radiação eletromagnética produzida por todos os aparelhos são inofensivos à saúde humana?”.....	87
Figura 68: Respostas da questão “Um átomo excitado emite energia, muitas vezes em forma de luz visível, porque:”.....	88
Figura 69: Respostas da questão “O efeito fotoelétrico é um fenômeno pelo qual:”.....	89
Figura 70: Gráfico das respostas do questionário de opinião - Questão 1.....	90
Figura 71: Gráfico das respostas do questionário de opinião - Questão 1.....	91
Figura 72: Gráfico das respostas do questionário de opinião - Questão 1.....	91
Figura 73: Gráfico das respostas do questionário de opinião - Questão 1.....	92

Figura 74: Gráfico das respostas do questionário de opinião - Questão 1.....	92
Figura 75: Gráfico das respostas do questionário de opinião - Questão 1.....	93
Figura 76: Gráfico das respostas do questionário de opinião - Questão 1.....	93
Figura 77: Gráfico das respostas do questionário de opinião - Questão 1.....	94
Figura 78: Gráfico das respostas do questionário de opinião - Questão 1.....	94
Figura 79: Gráfico das respostas do questionário de opinião - Questão 1.....	95
Figura 80: Gráfico das respostas do questionário de opinião - Questão 1.....	95
Figura 81: Gráfico das respostas do questionário de opinião - Questão 1.....	96
Figura 82: Gráfico das respostas do questionário de opinião - Questão 1.....	96
Figura 83: Gráfico das respostas do questionário de opinião - Questão 1.....	97
Figura 84: Gráfico das respostas do questionário de opinião - Questão 1.....	97
Figura 85: Gráfico das respostas do questionário de opinião - Questão 1.....	98

SUMÁRIO

Capítulo 1 - INTRODUÇÃO	14
1.1 Problematização.....	16
Capítulo 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
Capítulo 3 – REFERENCIAL TEÓRICO	28
Capítulo 4 - METODOLOGIA	41
4.1 - Contexto Escolar.....	41
4.2 - Caracterização da Amostra.....	42
4.3 - Descrição das Atividades.....	43
Capítulo 5 – RESULTADOS OBTIDOS E ANÁLISE DOS DADOS	769
5.1 - O Pré-Teste e o Pós-Teste.....	77
5.2 - Questionário de Opinião	90
Capítulo 6 – CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS	101
Capítulo 7 – O PRODUTO EDUCACIONAL	104
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	105

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

O livro didático é considerado como um dos instrumentos com maior influência na educação escolar e é, sem dúvida, a ferramenta de apoio mais disponível e utilizada pelo professor. Em relatório divulgado pelo Banco Mundial, o livro didático foi considerado como a quarta maior influência no processo de aprendizagem dos estudantes (Banco Mundial, 1995 in MATTOS, GARCIA, FERRARA, 2002).

O livro didático, além de ser utilizado amplamente, extrapola essa dimensão de ferramenta de apoio e passa, muitas vezes, a ser orientador das ações dos professores, desde a didática até a elaboração do currículo escolar.

Com essa tão pesada influência e com uma abordagem tão focada, na maioria dos livros didáticos, em resolução algébrica de fórmulas em exercícios, as aulas de Física tendem a se tornarem aulas de matemática aplicada, com equações abstratas que não possuem significação conceitual para a maioria dos estudantes.

Propomos uma abordagem diferente do foco matemático para o ensino de Física no Ensino Médio com um material baseado nos pressupostos da educação CTS (Ciência – Tecnologia – Sociedade) que possa subsidiar o professor na mudança de postura em sala de aula e o estudante no seu modo de perceber as relações entre os conceitos estudados.

Esse trabalho foi estruturado da seguinte maneira:

1) Revisão da literatura: para a revisão bibliográfica foi feito o levantamento dos artigos publicados no período de 1988 a 2008 nos periódicos Caderno de Pesquisa, Ciência & Educação, Development and

dilemmas in science education, Human Development, International Journal of Science Education, Las Relaciones CTS en la Educación Científica, Revista Alexandria, Madrid: Ediciones Del Laberinto, Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos, Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Revista do Centro de Educação UFSM, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, Revista Iberoamericana de Ciência, Revista Portuguesa de Educação, Tecnologia y Sociedad, The Arachnet Electronic Journal on Virtual Culture, Série Idéias, UNIrevista, VII Seminário Intermunicipal de Pesquisa, XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Memórias del Congreso Ibero CTS+I, Memórias dos Colóquios on-line, além dos livros A Formação Social da Mente, Introdução à Psicologia da Educação, Pedagogia do oprimido, Vygotsky, Quem Diria?!: em minha sala de Aula e as Orientações curriculares para o ensino médio: Ciências da natureza, Matemática e suas tecnologias, volume 2.

2) Fundamentação teórica: a base teórica utilizada é a teoria de Vygotsky, conhecida como sócio-histórica, que considera que o homem se constitui na relação com os outros e que o conhecimento, antes de ser pessoal, é social. Para Vygotsky, a atividade humana é mediada pelo uso de ferramentas, todos os processos psicológicos aparecem antes no plano interpessoal e depois no intrapessoal, e a aprendizagem depende da intervenção na Zona de Desenvolvimento proximal do aprendiz.

3) Metodologia: durante o 2º semestre do ano letivo de 2010 foram ministradas aulas com o tema “Radiação Eletromagnética” e fenômenos relacionados sob o enfoque da proposta CTS de ensino e sob a perspectiva vygotskyana. Para motivar o debate dos conceitos físicos foi utilizado o tema Radiação na Perícia Forense. O estudo foi feito no Centro Educacional 01 do Riacho Fundo I, com estudantes voluntários do 3º ano do Ensino Médio.

4) Resultados e análise de dados: nessa etapa do trabalho são apresentados os dados obtidos no pré e pós-teste, além do questionário de opinião, todos colhidos com o mesmo grupo de

estudantes, e as análises, comentários e estatísticas sobre os resultados obtidos na fase de coleta de dados.

5) Conclusão: são comentados os dados obtidos e analisados os aspectos relativos à aprendizagem dos conceitos, além de serem apresentadas as perspectivas de aplicação e utilização da proposta.

6) Produto educacional: material instrucional para uso do professor, contendo diapositivos e planos de aula.

1.1 – Problematização

Ao se buscar resultados de exames nacionais ou regionais de ensino, ou mesmo nas avaliações corriqueiras das escolas e, principalmente, em avaliações não formais – fora do ambiente escolar – podemos notar que, em geral, o ensino de ciências, em especial a Física, se institucionalizou, de forma que o conhecimento escolar é voltado apenas para o interior da escola. Não são poucos os relatos de professores, estudantes e trabalhos publicados que mostram a falta de conexão entre o que é ensinado na sala de aula e a realidade do estudante. Uma pequena amostra disso se encontra no grupo de exemplos usados em sala de aula, sempre em sistemas conservativos, cordas ideais, polias sem resistência, superfícies sem atrito. Esse conhecimento escolar, produzido através, a princípio, da transposição didática dos conteúdos, tropeça em uma série de interesses e peculiaridades locais e regionais que acabam por conduzir os temas por caminhos que convergem para esse tipo de conhecimento estanque.

O foco das entidades gestoras do ensino muda com o tempo em função de uma série de fatores – como demandas sociais, econômicas, produtivas, políticas governamentais – e a tendência atual é de buscar um tipo de ensino voltado à formação de um cidadão capaz de entender e participar da sociedade em constante mutação na qual estamos inseridos. Para o caso específico do ensino de Física os Parâmetros Curriculares Nacionais (P.C.N.) sugerem que:

o ensino de Física, na escola média, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação. Para tanto, é essencial que o conhecimento físico seja explicitado como um processo histórico, objeto de contínua transformação e associado às outras formas de expressão e produção humanas. É necessário também que essa cultura em Física inclua a compreensão do conjunto de equipamentos e procedimentos, técnicos ou tecnológicos, do cotidiano doméstico, social e profissional. (BRASIL, 2006).

No entanto, o conhecimento escolar tem parado em barreiras e não tem atingido o cotidiano doméstico e de trabalho do estudante. Raros são os casos onde o estudante – ou mesmo o cidadão egresso do Ensino Médio – usa os conhecimentos científicos adquiridos na escola para embasar a tomada de decisão acerca da aquisição ou utilização de determinada tecnologia, comparar desempenho, vantagens e desvantagens de equipamentos similares, ou solucionar problemas domésticos. Quando muito, o consumidor observa o selo de alguma agência estatal que trata do consumo de eletricidade de um eletrodoméstico e aceita – o que não é incorreto – que um é mais ou menos econômico que o outro sem, no entanto, sequer conhecer o significado do símbolo kWh.

É ainda mais grave constatar que, ao ser alertado sobre tais relações, muitos responderão algo do tipo “agora eu não estou na escola!”. Dessa forma, fica claro que está arraigado no entendimento dos estudantes que o conhecimento científico ensinado nas escolas deve ficar restrito ao ambiente escolar, como se nota a seguir:

tudo se passa como se fazer ciência fosse algo desconectado da realidade, como se o saber científico não tivesse raízes em meios sociais e ideológicos, como se a produção científica nunca respondesse a motivações sócio-políticas e/ou instrumentais, como se não contemplasse temas da atualidade, como se não tivesse utilidade social ou essa utilidade se restringisse a uma porta de acesso a estudos posteriores. (TEIXEIRA, 2003)

Não sendo esse quadro coerente com a realidade, não é também possível ensinar uma ciência que elimina as contradições pelas quais se desenvolve e onde estão ausentes os componentes sociais (MENEZES, 1997).

A partir desta problemática, descrita anteriormente, e da verificação de que os objetivos do ensino de ciências não estão sendo alcançados com os métodos utilizados nas salas de aula, com apoio apenas do quadro negro e do giz, surge a seguinte questão: pode a abordagem CTS (Ciência – Tecnologia – Sociedade) ou CTSA (Ciência – Tecnologia – Sociedade – Meio Ambiente), unida a um material didático com a mesma proposta, contribuir para melhor compreensão das ciências, promovendo a transposição da barreira estabelecida entre o conhecimento escolar e o cotidiano? Com essa abordagem pode o professor contribuir para o desenvolvimento do senso crítico do estudante, que terá mais facilidade em identificar e analisar os fenômenos cotidianos à luz do conhecimento científico?

Esse trabalho se propõe a confirmar se as aulas ministradas com fundamentação no enfoque CTS, com material instrucional baseado na mesma proposta, considerando os conhecimentos que se passam no plano social do contexto do estudante, constituem uma estratégia de facilitação da aprendizagem do tema Radiação Eletromagnética e sua característica de dualidade partícula-onda.

CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os artigos selecionados para a revisão da literatura se concentraram na última década, ou seja, produzidos a partir do ano 2000, mas há alguns da década de 90. Os artigos consultados foram publicados nas seguintes revistas: *Ciência & Educação*, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, *International Journal of Science Education*, *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad* e *Revista Alexandria*, além de publicações do XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física e Memórias del Congreso Ibero CTS+I, sendo a maioria, apesar das publicações internacionais, de autores brasileiros e, portanto, conhecedores da realidade educacional brasileira.

Houve dificuldade em restringir os periódicos consultados devido à relativa carência de publicações recentes nos periódicos nacionais. Como relata Sutil *et al* (2008), que fez a análise de publicações com enfoque CTS e CTSA em periódicos nacionais em ensino de Física e verificou que houve um decréscimo do volume de publicações com enfoque CTS no início da década de 2000, voltando a crescer no fim do período 2000-2007, já com enfoque CTSA. Também destaca a existência de duas modalidades de artigos: a primeira diz respeito aos artigos centrados em CTS e CTSA, enquanto a segunda trata dos artigos que fazem alusão a esses movimentos, sendo que esses últimos apontam como maioria das publicações, com a característica de apenas citar sem sequer apresentar referências bibliográficas envolvendo CTS e CTSA. Os artigos consultados foram apenas os centrados na proposta CTS e CTSA.

O movimento de ensino de ciências com enfoque CTS se iniciou na década de 70 como uma tendência de crítica ao modelo econômico desenvolvimentista até então praticado (SANTOS, 2008). A preocupação com o agravamento dos problemas ambientais, o uso da ciência, o temor de uma guerra nuclear, levou o mundo inteiro a buscar uma postura mais crítica quanto à relação existente entre a produção científica e a tecnologia advinda desta e, como consequência, a utilização dessa tecnologia e como ela afeta os contextos sociais. Passa a ser contestada a visão de que desenvolvimento

tecnológico pode ser encarado como sinônimo de desenvolvimento humano e bem estar social, como ainda hoje é comum se associar.

A esse respeito:

A partir de meados do século XX, nos países capitalistas centrais, foi crescendo o sentimento de que o desenvolvimento científico, tecnológico e econômico não estava conduzindo linear e automaticamente, ao desenvolvimento do bem-estar social. Após uma euforia inicial com os resultados do avanço científico e tecnológico, nas décadas de 1960 e 1970, a degradação ambiental, bem como a vinculação do desenvolvimento científico e tecnológico à guerra (as bombas atômicas, a guerra do Vietnã com seu napalm desfolhante) fizeram com que a ciência e a tecnologia (C&T) se tornassem alvo de um olhar mais crítico. (AULER e BAZZO, 2001)

Esse movimento se intensificou nas décadas seguintes com um número elevado de publicações em periódicos de ensino de ciências. No Brasil, no entanto, apenas na década de 90 começam a aparecer artigos publicados e apresentação de trabalhos em congressos científicos na área.

Santos (2008) afirma que o agravamento de problemas ambientais e a discussão sobre a natureza e o papel da ciência na sociedade foi o propulsor do movimento que passou a observar mais criticamente as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, seguindo para uma proposta de novos currículos que buscaram incorporar conteúdos CTS.

Hofstein, Aikenhead e Riquarts (1988, *apud* Santos, 2008), caracterizam o ensino com enfoque CTS como aquele onde ocorre a integração entre educação científica, tecnológica e social, onde os conteúdos científicos são abordados junto com a discussão dos aspectos moral, social e ético deles.

Segundo Roberts (1991, *apud* Santos, 2008) o currículo com ênfase em CTS trata das relações entre explicação científica, planejamento tecnológico e solução de problemas e tomada de decisão sobre temas de importância social, apresentando ciência como atividade humana, sociedade com problemas relativos à ciência e à tecnologia, estudante como ser

inteligente que precisa tomar decisões e professor como aquele que desenvolve o conhecimento e o compromisso com as relações complexas entre ciência, tecnologia e decisões.

Ao analisar essas relações, Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007) ressaltam que atrás de grandes promessas de avanços tecnológicos escondem-se lucros e interesses das classes dominantes que, muitas vezes, impõe seus interesses às classes menos favorecidas sendo, dessa forma, necessário que os cidadãos tenham não apenas acesso às informações, mas condições de avaliar e participar das decisões do meio no qual estão inseridas.

Para que o estudante possa alcançar os saberes necessários para se tornar esse cidadão crítico e participativo é necessário que ele tenha acesso à ciência e à tecnologia não apenas no sentido de entender e utilizar artefatos, mas opinar sobre o uso e as implicações que são produzidas por estes. Isso só será possível quando o público escolar for formado na compreensão da tecnociência, percebendo que o debate e a negociação são métodos que permitem a resolução de conflitos que envolvem o interesse da sociedade. Dessa forma, a população será capaz de questionar os impactos da evolução e aplicação da ciência e tecnologia sobre seu entorno, percebendo que, muitas vezes, certas atitudes não atendem à maioria. Sobre essa formação escolar, é lembrado que:

O movimento CTS, de incidência cada vez mais alargada em vários pontos do mundo, tem vindo a assumir-se como uma proposta credível para orientações curriculares, conceitualização de recursos didáticos e elaboração de estratégias de ensino, capazes de inverterem a tendência de desinteresse que os jovens têm vindo a apresentar relativamente ao ensino das ciências experimentais. (MARTINS, 2003)

De acordo com Palácios, Otero, Garcia (1996, *apud* Pinheiro, Silveira e Bazzo, 2007), na educação podem ser classificadas três modalidades de enfoques CTS: enxerto CTS, onde os temas são introduzidos nas aulas de ciências, abrindo discussões e questionamentos do que seja ciência e tecnologia; Ciência e Tecnologia por meio de CTS, onde o conteúdo científico

se estrutura por meio do CTS; e CTS puro, onde se ensina ciência, tecnologia e sociedade por intermédio do CTS, no qual o conteúdo científico tem papel subordinado.

Santos e Mortimer (2001) consideram que o currículo pode ser considerado com ênfase em CTS quando ele trata explicitamente as relações entre explicação científica, planejamento tecnológico e tomada de decisões sobre temas práticos de importância social.

Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007) ainda ressaltam que o enfoque CTS deve ser inserido nos currículos não apenas para despertar inicial nos estudantes, para que ele possa assumir uma postura crítica e questionadora, implicando que a aplicação da postura CTS não se restringe aos muros escolares.

Santos (2005) trata o conceito de cidadania como sendo historicamente construído, citando o atual como caracterizado pela sociedade em rede da era da informação, necessitando reposicionar o ser através do saber. O conhecimento e a informação, variáveis cruciais na atual estrutura social, são essenciais na participação ativa do cidadão no meio em que ele convive. Sempre foram fonte de poder, porém agora são entendidas como sua principal fonte, havendo hoje em dia uma forte tendência de exclusão de cidadãos que não possuem determinados conhecimentos. Num contexto onde a ciência e a tecnologia afetam tanto a vida das pessoas, a info-exclusão se constitui num potente entrave para o exercício da democracia, pois a ideologia democrática supõe que os cidadãos possam influenciar as decisões políticas que os afetam.

Mudar esse quadro exige repensar o ensino de ciências, mudando o foco de aprender o conhecimento científico para aprender ciência. Aproximar a ciência dos cidadãos exige o reconhecimento de situações e casos práticos e afetos ao conhecimento empírico daquele grupo. A “nova cidadania” reclama vigilância sobre a atuação dos especialistas. Há decisões que exigem saberes especializados que dão todo o poder a quem domine os conhecimentos tecnocientíficos. A esse respeito, Santos (2005) afirma que:

A racionalidade CTS abre-se à construção de uma cidadania a que chamamos de pós-moderna. Propõe-se refundamentar o saber sobre o mundo, não expulsando a razoabilidade e fazendo ressaltar a importância da contextualidade. Configura mudanças na compreensão do mundo e no modo de exercer e exercitar a cidadania. Opõe-se ao cientismo e à tecnocracia. Situa-se no cruzamento de campos de internalidades e de externalidades da cultura científica. Põe em relevo formas de legitimação de saberes, de valores e de direitos. (SANTOS, 2005)

Dar voz aos cidadãos, tornando-os menos dependentes dos peritos, demanda democratização do conhecimento, civilização da ciência e cientização da cidadania. A educação CTS pretende conduzir os cidadãos à emancipação, projetar a aprendizagem para o mundo real, tendo como as aprendizagens formais e não formais necessárias para funcionar melhor na sociedade.

Na mesma linha de pensamento, Teixeira (2003) aponta que o objetivo mais assiduamente apontado pelos pesquisadores refere-se a preocupações com a formação para a cidadania, incluindo a capacidade de tomada de decisões por meio de uma abordagem que contemple a ciência, tecnologia e sociedade, concebendo a ciência como um processo social, histórico e não-dogmático. Para tanto, a abordagem CTS tem como característica básica a colocação de problemas sociais nos pontos de partida e de chegada das seqüências de ensino. Enquanto no ensino de base tradicional, a organização do conteúdo tem como elemento central os conceitos (de Física, Química, Biologia e Matemática), nos cursos CTS, a organização da matéria já não se dá com os conceitos no centro, mas sim, através de temas sociais. Nas palavras dele

Em boa parte dos casos, a preocupação expressa pelos autores que trabalham na linha C.T.S. envolve a discussão sobre o impacto social da ciência e tecnologia; debates em torno de concepções sobre qual é a natureza da ciência e do trabalho do cientista; a questão da neutralidade da ciência e da tecnologia; a lógica da eficiência inequívoca da ciência, etc. (TEIXEIRA, 2003)

As estratégias CTS mudam também as relações em sala de aula, pois descentralizam o poder do professor. Este passará a apoiar a participação ativa dos alunos. O movimento CTS solicita que o professor mude o perfil de trabalho, pois, pela multiplicidade de estratégias que as abordagens de ensino pautadas no movimento requerem, alteram o papel do professor, que se torna organizador dos trabalhos, gerenciando o tempo, os recursos e o ambiente da classe (HOFSTEIN et al, 1998).

Ensinar, que é algo partilhado pelo professor e pelo aprendiz na interação entre estes, implica habilitar esse último a envolver-se num nível mais elevado de interação social com todo o contexto da aprendizagem. Dessa forma, o aprendiz poderá interiorizar, por meio das interações, os processos, conhecimentos e valores que usa, quer seja capaz ou não de os identificar no instante que os usa (HENDERSON, 1986; FINO, 2001). Esse referencial não compactua com a ideia de salas de aula arrumadas onde todos devem ouvir uma só pessoa transmitindo as informações eleitas como importantes, que são acumuladas nos cadernos para futura reprodução desse conhecimento (MARTINS, 2003).

Auler e Bazzo (2001) apontam dificuldades para a implementação de currículos com ênfase CTS no Brasil, baseada em fatores históricos. A longa vigência do modelo agrário-exportador contribuiu para a configuração de uma característica de pragmatismo e imediatismo. Os países do “terceiro mundo”, quase todos de passado colonial, não presenciaram um crescimento científico e tecnológico próprio. Enquanto os países da Europa avançavam de modo marcante, encontrando os seus espaços durante a ascensão do capitalismo, em nosso território, Ciência e Tecnologia marcavam passo “sob o implacável jugo da metrópole portuguesa”. A monarquia brasileira estava satisfeita com a sua condição de país primário exportador

Após isso, no contexto da industrialização, a transferência de tecnologia sem a respectiva transferência de conhecimento impediu o desenvolvimento científico/tecnológico nacional. Com esse longo autoritarismo estatal, mesmo os professores podem ter a visão conturbada a respeito de relações sociais e tecnologias, associando progresso com inovações

tecnológicas, supostamente neutras. Auler e Bazzo (2001) comentam, a esse respeito:

Sem postular um determinismo histórico, porém admitindo que os condicionamentos históricos devem ter deixado marcas no pensar dos professores brasileiros, a pretensão de implementar o movimento/enfoque CTS no contexto educacional brasileiro coloca questões como: qual a compreensão dos professores de Ciências sobre as interações entre ciência, tecnologia e sociedade? Quais são suas crenças, suas concepções de progresso? Os professores associam linearmente progresso com inovações tecnológicas, supostamente neutras? O processo histórico vivenciado não teria contribuído para que parcela significativa dos professores endossassem uma perspectiva tecnocrática, concepção que inviabiliza o movimento CTS? (AULER e BAZZO, 2001)

Além disso, nos países em desenvolvimento, o interesse por Ciência e Tecnologia demonstrado pelos governos nem sempre são motivados pelo bem estar da população. Muitas vezes, razões de prestígio político e militar internacional direcionam a alocação dos recursos oficiais. Além disso, boa parte das mensagens veiculadas sobre o desenvolvimento científico-tecnológico o aponta como irreversível, ditando o ritmo da marca do progresso (AULER e DELIZOICOV, 2006).

Outra dificuldade apontada por Fontes e Cardoso (2006) é a deficiência na formação inicial dos professores, que não acompanha as exigências da educação científica e se baseia na transmissão de conhecimentos. Para os autores

uma das dificuldades de implementação da abordagem CTS relaciona-se com a pouca aceitação e envolvimento dos professores, uma vez que a sua formação inicial não contempla, de um modo geral, os vários aspectos desta nova abordagem para o ensino das ciências: tempo por parte dos professores para a preparação desta nova abordagem, o receio de uma aprendizagem menos exigente com um menor número de conceitos científicos, o modo como estes fizeram a sua formação inicial, caracterizada por uma especialização disciplinar, onde esteve ausente esta perspectiva, ou mesmo o receio de perda de identidade profissional. (FONTES e CARDOSO, 2006)

Interesses e pressões sociais diversos reclamam por renovações pedagógicas e curriculares para o atendimento de novas demandas profissionais exigidas por essas novas construções sociais. As instituições educacionais são instadas a mudarem o discurso tradicional de defesa de uma formação exclusivamente tecnocientífica, para o de uma formação com ingredientes adicionais de responsabilidade, criatividade, competências diversas, flexibilidade, cooperatividade, negociação, aspectos humanísticos (LINSINGEN, 2006).

Dessa forma, a formação dos futuros educadores deverá contemplar os conhecimentos tecnológicos e as relações destes com a ciência, desenvolver valores para apreciar melhor essas relações e as contribuições para a sociedade, bem como aspectos éticos para o uso socialmente responsável delas, aprofundar a capacidade de compreender os impactos sociais originados na tecnologia de modo a fomentar a consciência crítica indutora da participação crítica efetiva, própria das sociedades democráticas (MARTINS, 2003). Essa formação de valores e competências é ainda mais necessária se considerarmos que, no atual ritmo de desenvolvimento científico-tecnológico das sociedades, não é possível que um professor – ou mesmo um cientista – acompanhe todo esse crescimento, ficando a formação sempre aquém daquilo que, no próprio momento, seria considerado desejável.

No entanto, não se pode falar em CTS ou CTSA como sendo o barco de salvação dos problemas educacionais, nem tratar contextualização como sendo a inserção de exemplos de artefatos tecnológicos. É preciso dar visibilidade à educação tecnológica, desenvolvendo propostas de trabalho com alunos e futuros professores para que tenham uma visão mais correta da atividade e do desenvolvimento científico. Santos (2008) alerta sobre a superficialidade que pode ser confundida com contextualização ao dizer que

outra concepção em voga é aquela na qual a contextualização significa um método de ensino que aumenta a motivação e facilita a aprendizagem. Todavia, deve-se destacar que essa abordagem não pode ser vista como uma “vara mágica”, no sentido de que ela, por si só, vai resolver os problemas da educação, ou seja, como se o fato de o professor contextualizar suas aulas já fosse suficiente para que os alunos aprendam os conteúdos escolares. A simples inclusão de

questões do cotidiano pode não implicar a discussão de aspectos relevantes para a formação do aluno enquanto cidadão ou não motivar suficientemente os alunos para se interessar por ciências (SANTOS, 2008).

A partir dos artigos expostos, percebe-se a necessidade de modificar a forma de abordar ciências na escola, mudando o foco de ensinar conhecimentos científicos para ensinar ciência, demonstrando a relação desta com os fenômenos sociais envolvidos no processo de produção e utilização dos aparatos tecnológicos. Dessa forma, o perfil histórico estabelecido do cidadão brasileiro – consumidor passivo de artefatos tecnológicos – pode ser alterado para o de cidadão ativo e participativo, que é capaz de interpretar não apenas o uso, mas toda a cadeia de eventos que antecedem e sucedem a utilização de uma determinada tecnologia.

CAPÍTULO 3 – REFERENCIAL TEÓRICO

Não se pode esperar, em nenhuma situação na vida, obter resultados diferentes a partir das mesmas ações, portanto, imaginar que o ensino-aprendizado irá se alterar sem profundas mudanças em toda a prática pedagógica e estrutura escolar é quase irreal. Dessa forma, para se alterar o perfil histórico que foi estabelecido para o estudante egresso do ensino médio – de mero vestibulando para um cidadão crítico – faz-se necessário mudar não apenas o enfoque do material didático, mas também a postura do educador e a forma com que a educação acontece. Para analisar as relações educador-educando será usada a teoria de Vygotsky, conhecida como psicologia sócio-histórica.

Lev Semenovich Vygotsky nasceu em 1896 na cidade de Orsha – Rússia e faleceu em Moscou em 1934. Dada a morte prematura, Vygotsky não deixou uma teoria pronta e acabada, antes, apontou caminhos a serem seguidos por outros pesquisadores, na forma de grandes linhas de pesquisa a serem desenvolvidas, ao invés de sistematizar um corpo de conhecimentos sobre a mente humana.

Para Martins (1997), o bojo da psicologia de Vygotsky, conhecida como psicologia sócio-histórica, consiste na idéia de que todo homem se constitui como ser humano pelas relações que estabelece com os outros. Já o momento do nascimento está inserido em um tempo e espaço, quando o indivíduo ingressa num processo histórico onde a história pessoal dele só pode ser construída com a participação dos outros e da apropriação do patrimônio cultural da humanidade, pois os indivíduos são socialmente dependentes dos outros.

Davis, Silva e Espósito (1989) citam que Vygotsky defende uma visão de homem que é essencialmente social, que se desenvolve como sujeito através da linguagem na relação com o próximo. A experiência individual se

expande graças à apropriação da experiência social que é veiculada pela linguagem que transmite o legado das gerações precedentes.

No mesmo sentido, Martins (1997) aponta que a teoria de Vygotsky exhibe uma visão de homem que se desenvolve como organismo ativo cujo pensamento é constituído em um ambiente histórico e cultural, pois a linguagem do meio ambiente reflete uma forma de perceber o real num dado tempo e espaço.

As interações sociais na perspectiva sócio-histórica permitem pensar um ser humano em constante construção e transformação que, mediante as interações sociais, conquista e confere novos significados e olhares para a vida em sociedade e os acordos grupais. (MARTINS, 1997).

Castorina (1998) observa que, na teoria de Vygotsky, não há uma linha definida de desenvolvimento cognoscivo que dependa apenas de amadurecimento biológico, mas caminhos que dependem dos contextos culturais, pois os sujeitos que adquirem seus conhecimentos são socialmente interativos.

Para Neves e Damiani (2006), pela natureza dialética do pensamento de Vygotsky, ele não admite dois polos distintos – homem e sociedade – mas apenas um sujeito que é social em essência e que não pode ser compreendido fora do âmbito social, pois o homem é a sua realidade social.

Na abordagem vygotskyana, o homem é visto como alguém que transforma e é transformado nas relações que acontecem em uma determinada cultura. O que ocorre não é uma somatória entre fatores inatos e adquiridos e sim uma interação dialética que se dá desde o nascimento entre o ser humano e o meio social e cultural em que se insere. Assim, é possível constatar que o ponto de vista de Vygotsky é que o desenvolvimento humano é compreendido não como a decorrência de fatores isolados que amadurecem, nem tampouco de fatores ambientais que agem sobre o organismo controlando seu comportamento, mas sim como produto de trocas recíprocas, que se estabelecem durante toda a vida, entre indivíduo e meio, cada aspecto influenciando sobre o outro. (NEVES e DAMIANI, 2006)

Segundo Cole (1985, *apud* FINO, 2001)

Vygotsky recusava o velho dualismo wundtiano, que consistia na tentativa de estudar o indivíduo separadamente do seu envolvimento social, propondo em alternativa que o individual e o social fossem concebidos como elementos mutuamente constitutivos de um único sistema interativo. E, dentro desse sistema, o desenvolvimento cognitivo devia ser entendido como um processo de aquisição cultural. (COLE, 1985)

Esta concepção – segundo Freire (2005) – conduz a uma falsa visão dos homens, sugerindo uma dicotomia entre o homem e a natureza – homens no mundo e não com o mundo, espectadores e não recriadores da realidade – além de tratar a consciência como uma parte dos homens, e não os homens como seres conscientes. A consciência é uma peça aberta ao mundo aguardando que ele entre e, ao educador, cabe o papel de disciplinar a entrada do mundo nos educandos.

Verifica-se, então, a ênfase dada às interações sociais e à percepção de que os indivíduos precisam de um contexto para se desenvolver, portanto, em um ambiente de aprendizagem – como a escola – é necessário favorecer as interações de forma a permitir a participação de todos os envolvidos na atividade, como se vê a seguir:

Ora, quando se fala em interação social, desloca-se a ênfase das ações – físicas ou mentais – do sujeito para se ressaltar a ação partilhada, ou seja, processos cognitivos realizados não por um único sujeito e sim por vários. (DAVIS, SILVA e ESPÓSITO, 1989)

Depreende-se daí a importância das possibilidades que o ambiente proporciona para que o indivíduo se constitua em um sujeito lúcido e consciente capaz de alterar as circunstâncias em que vive (MARTINS, 1997). As interações sociais, portanto, mantêm e recriam a todo instante a estrutura da sociedade vigente, pois, mesmo as relações com a natureza são

mediatizadas pelas relações que se estabelecem com os outros homens e com a realidade humana material (DAVIS, SILVA e ESPÓSITO, 1989).

Na teoria de Vygotsky o conhecimento aparece em dois planos: primeiro no plano social e somente depois no individual. A ideia básica desse conceito foi expressa em forma de uma lei geral do desenvolvimento cultural ao longo de toda a vida do homem, no que Vygotsky chamou de Dupla Estimulação:

Toda função aparece duas vezes, em dois níveis, ao longo do desenvolvimento cultural da criança: primeiramente entre pessoas, como categoria interpsicológica, e depois dentro da criança, como categoria intrapsicológica. Isso pode ser igualmente aplicado à atenção voluntária, memória lógica e formação de conceitos. (Vygotsky, 1991)

A esse respeito, reforçam Batista, Hudson e Ribeiro (2007):

A origem das mudanças que ocorrem no homem/mulher ao longo do seu desenvolvimento está, segundo Vygotsky, na sociedade, na cultura e na sua história. De acordo com seus princípios, o sujeito não é apenas ativo, mas interativo, ou seja, num primeiro momento, o conhecimento se constrói de forma inter subjetiva (entre pessoas) e num segundo momento, de forma intra subjetiva (no interior do sujeito). É na troca com outras pessoas e consigo próprio que os conhecimentos, papéis e funções sociais vão se internalizando, ocorrem aí a construção do conhecimento e da própria consciência. (BATISTA, HUDSON e RIBEIRO, 2007).

Apesar de estar difundido no meio social que o rodeia, o conhecimento apreendido pelo indivíduo não é, no entanto, algo recebido passivamente. Como descrevem Lawrence e Valsiner (1993, *apud* CASTORINA, 1998):

Deve-se enfatizar que aquilo que foi adquirido no plano interno não é uma simples transferência ou cópia do plano externo no interno, não se tratando de descrever um aluno que receberia passivamente as influências sociais. Pelo contrário, pode-se falar de uma reconstrução

interna que transforma a internalizado; Vygotsky mostra que quando a linguagem externa se transforma em interna, modifica sua forma. (LAWRENCE e VALSINER, 1993).

O que também é colocado por Martins (1997):

Tudo que está no sujeito existe antes no social (interpsicologicamente) e quando é apreendido e modificado pelo sujeito e devolvido para a sociedade passa a existir no plano intrapsicológico (interno ao sujeito). A criança vai aprendendo e se modificando. (MARTINS, 1997)

e por Davis, Silva e Espósito (1989):

Neste sentido, para que haja apropriação, é preciso haver também interiorização, ou seja, a transformação de um processo interpessoal, que inicialmente se manifesta numa atividade externa, em um processo intrapessoal, onde tal atividade é reconstruída internamente. (DAVIS; SILVA; ESPÓSITO, 1989).

Desta forma, a internalização não pode ser entendida como adoção passiva do conhecimento apresentado, antes, é um processo de reconstrução mental do funcionamento interpsicológico. O indivíduo, ao receber do meio social um determinado conceito com um significado convencional, interioriza-o promovendo uma síntese pessoal que ocasiona transformação na própria forma de pensar. Dessa forma, a apropriação e a internalização do saber e do fazer da comunidade na qual o sujeito se insere é construída em conjunto com outros sujeitos humanos (MARTINS, 1997).

A esse respeito, Antunes (2004) afirma que:

Dizemos que a criança aprendeu significativamente quando constrói um sentido próprio e pessoal para um objeto do conhecimento já existente. Fica assim evidente que os saberes não se acumulam, não constituem estoque que se agrega à mente, e sim a integração, modificação, estabelecimento de relações e coordenação entre

esquemas de conhecimento que já possuímos em novos vínculos e relações a cada nova aprendizagem conquistada. (ANTUNES, 2004).

Outro ponto de profunda importância é o uso de objetos como mediadores do processo de aprendizagem. Para Cole e Wertsch (1996, *apud* Fino, 2001):

A mediação é o fator principal na teoria de Vygotsky, para quem a utilização de artefatos, que são social e culturalmente construídos, tem efeitos sobre a mente do utilizador e sobre o próprio contexto envolvente. A inclusão de uma nova ferramenta, ela própria portadora de uma carga cultural anterior que conduziu à sua concepção e construção, num processo de comportamento, introduz diversas funções novas relacionadas com o uso da referida ferramenta e com o seu controle. (COLE e WERTSCH, 1996).

Para Blanton, Thompson e Zimmerman (1993), um dos principais postulados da teoria de Vygotsky reside na ideia de que a atividade humana é mediada pelo uso de ferramentas que estão para o desenvolvimento cultural como os genes estão para a evolução biológica.

Segundo Mello (2004, *apud* LEITE e COSTA, 2005), na medida em que o homem cria um conjunto de objetos também desenvolve condições para sua utilização e, ao utilizar os objetos de uma sociedade, o indivíduo vai acumulando experiências no convívio com as pessoas, enquanto forja sua inteligência e seu caráter.

Para Leite e Costa (2005), só pode ensinar quem conhece o uso social dos objetos da cultura, pois estes só fazem sentido quando se aprende o uso social deles.

Infere-se que o processo de aprendizagem é colaborativo, resultante da ação entre o educador e o aprendiz. Este processo é ativo porque o aluno deve reproduzir o uso social do objeto para o fim que o mesmo foi criado. (LEITE e COSTA, 2005)

Para Castorina (1998) um estudante tem de compreender como utilizar um objeto elaborado socialmente dentro do seu próprio contexto, como também ocorre com a apropriação da escrita.

No enfoque sócio-histórico, apropriar-se de um instrumento cultural equivale a realizar as funções que ele desempenha nas atividades culturalmente organizadas. Isso vale tanto para um martelo quanto para a escrita ou símbolos convencionais da matemática. (CASTORINA, 1998)

Assim, o processo de internalização caracteriza-se como uma aquisição social onde, partindo do socialmente dado, a partir do conhecimento prévio do aprendiz, são feitas as construções internas.

Isso mostra que a teoria vygotskyana não ignora os conhecimentos prévios dos indivíduos, que não chegam à escola vazios e aptos a receberem um conhecimento novo que pode variar em grau de dificuldade em função de maturações de cunho meramente biológico. No entanto, é feita uma distinção entre o conhecimento prévio do aprendiz – ditos conceitos cotidianos – e o conhecimento socialmente aceito e sistematizado – chamados de conceitos científicos. Castorina (1998), baseado nos textos de Vygotsky e Lúria, mostra a distinção entre os conceitos na idade infantil:

A distinção vygotskyana entre conhecimentos cotidianos e conceitos científicos considera que os primeiros são adquiridos como resultado da experiência individual, embora estejam sob a influência da linguagem adulta, são utilizados espontaneamente, mas não podem ser definidos conscientemente e são involuntários. Incluem os objetos que são generalizados nas situações empíricas.

Os segundos são trazidos verbalmente pela escola ou pelo mestre, mesmo quando o aluno careça de experiências concretas com ele; são não apenas conscientes como também voluntários e objeto de uma determinada atividade teórica. O objeto conceitual não se introduz diretamente, mas sim dentro de um sistema de categorias lógicas e de contraposições. (CASTORINA, 1998)

A citação anterior resume bem a distinção na teoria de Vygotsky sobre conhecimento cotidiano – ou conceitos espontâneos, apropriados no dia a dia empiricamente – e os científicos – apreendidos na escola e sob orientação de alguém mais experiente (YONG, 2002; ROSA, 2005; MARQUES e OLIVEIRA, 2005). Contudo, os conceitos cotidianos não são colocados como errados ou indesejáveis, pois o saber científico não pode prescindir das experiências cotidianas do indivíduo e do acervo de conhecimentos que ele acumulou em sua vivência.

Nessa relação, os conceitos cotidianos favorecem o desenvolvimento dos conceitos científicos, relacionando-os com o dia-a-dia. Os conceitos científicos, por sua vez, dão abrangência e maior poder de generalização aos conceitos cotidianos. Sendo assim, ambos são imprescindíveis e complementares para o processo de desenvolvimento dos conceitos, em primeira instância, e da própria inteligência, em uma análise mais aprofundada. Isto nos conduz a uma importante reflexão: a escola é uma instituição imprescindível, pois o contato com o conhecimento científico e sua sistematização desempenha um papel fundamental no desenvolvimento das funções mentais superiores. (LIMA, 2002)

Nessa citação, Lima (2002) ressalta a importância do ambiente escolar na aprendizagem dos conceitos científicos. Antunes (2004) também aponta que a escola existe para que as pessoas se socializem e nela o egocentrismo precisa ceder espaço para a aceitação do outro e de outros valores. Fino (2001), ainda falando sobre o papel da escola, afirma que a interação social não se define apenas pela comunicação entre professor e aprendiz, mas também pelo ambiente onde a comunicação ocorre, onde o aprendiz interage com vários problemas e também com outros iguais a ele, onde os estudantes se ensinam uns aos outros, sendo reais recursos de instrução. Martins (1997) afirma que:

Quando imaginamos uma sala de aula em um processo interativo, estamos acreditando que todos terão possibilidade de falar, levantar suas hipóteses e, nas negociações, chegar a conclusões que ajudem o aluno a se perceber parte de um processo dinâmico de construção.

Não estamos nos referindo a uma sala de aula onde cada um faz o que quer, mas onde o professor seja o articulador dos conhecimentos

e todos se tornem parceiros de uma grande construção, pois ao valorizarmos as parcerias estamos mobilizando a classe para pensar conjuntamente, e não para esperar que uma única pessoa tenha todas as respostas para tudo. (MARTINS, 1997)

Assim, se verifica o papel da escola, não como único, mas como importante ambiente de aprendizagem, pois em vários lugares há interações sociais, mas as que são consideradas educativas, dado que contribuem para a construção do saber, são as que exigem coordenação de conhecimentos, articulação de ações e conexão entre os objetivos (conhecimentos a serem construídos) e o universo vivido pelos participantes – que possuem interesses, motivos e formas próprias de organizar sua ação (DAVIS, SILVA e ESPÓSITO, 1989).

Outro elemento que se depreende da teoria vygotskyana é a presença do professor. Vygotsky coloca a importância do adulto para auxiliar a criança a resolver mais cedo os problemas complexos que não conseguiria enfrentar se fosse deixada à mercê da vida cotidiana, logo, a intervenção de pessoas mais experientes parece ser fundamental para o desenvolvimento e a constituição do modo de ser da criança (MARTINS, 1997).

Tal como essa pessoa mais experiente está para a criança, está o professor para o estudante, pois este não vai à escola apenas para aprender, mas para aprender conteúdos curriculares que fazem parte da cultura e do desenvolvimento, para construir seus significados o mais próximo possível do culturalmente estabelecido, logo, essa construção não pode ser realizada solitariamente.

Essas interações entre companheiros mais experientes, ou entre professores e estudantes, são tão estimuladas, pois encerram, talvez, o principal conceito da teoria de Vygotsky. Para ele, as propostas de ensino não deveriam ser definidas com base no nível de desenvolvimento maturacional já alcançado pelos estudantes – determinado com base naquilo que são capazes de realizar sozinhos – mas, por outro lado, estipula a necessidade de se considerar outro nível de desenvolvimento: aquele que se refere ao que pode

ser realizado com a ajuda de adultos ou companheiros mais experientes (DAVIS, SILVA e ESPÓSITO, 1989).

Existe uma diferença substancial entre o que uma criança é capaz de produzir isoladamente e o nível de desenvolvimento que atinge numa situação de interação, seja com o professor ou com a colaboração de um colega. A essa distância entre o que chamou de desenvolvimento real e desenvolvimento potencial Vygotsky deu o nome de Zona de Desenvolvimento Proximal (MOURA e MORETTI, 2003).

Davis, Silva e Espósito (1989) explicam que o nível de desenvolvimento real costuma ser determinado através da solução independente de problemas. Já o nível que Vygotsky chama de desenvolvimento potencial pode ser identificado quando a criança consegue resolver alguma tarefa com cooperação, trabalho conjunto, ao receber pistas, informações e orientações. De outra forma, não conseguiria resolver essa tarefa.

Esse conceito é especialmente promissor na medida em que fornece, a psicólogos e educadores, a possibilidade de pensar o desenvolvimento mental da criança tanto retrospectivamente, pelos processos que nela já amadureceram (nível de desenvolvimento real), como prospectivamente, pelos processos que ainda se encontram em formação - nível de desenvolvimento potencial (DAVIS, SILVA e ESPÓSITO, 1989).

Dessa forma, Moysés (1997) destaca dois fatores como sendo primordiais nos pressupostos vygotskyanos sobre aprendizagem. O primeiro é a relação existente entre a aprendizagem e a interação social. O segundo é a possibilidade de organização de situações de ensino que atuem na Zona de Desenvolvimento Proximal do aprendiz (ZDP), permitindo-lhe alcançar níveis de desenvolvimento mais elaborados.

Antunes (2004) defende que as intervenções pertinentes na ZDP favorecem, na mente, em outras e novas oportunidades, o desenvolvimento dos mesmos esquemas de procedimentos, aprendendo de forma autônoma. O

que em um ZDP se realiza com assistência de outra pessoa mais experiente, no futuro se realizará com autonomia, sem necessidade dessa assistência. Dessa forma, o papel do professor, ao oferecer ajuda, supõe criar diferentes e frequentes ZDPs, permitindo que o pensamento de quem aprende vá se modificando progressivamente em direção a tarefas mais complexas.

Antunes (2004) propõe quatro elementos para dimensionar a ajuda dada pelo professor aos aprendizes, quais sejam:

1) A ajuda fornecida pelo professor necessita estar intimamente associada aos esquemas de conhecimentos que os alunos possuem, posto que são esses, como vimos, que irão permitir atribuir significados aos novos saberes que recebem.

2) Aprimorar sua capacidade para provocar desafios que levem seus alunos a questionarem os significados que atribuem e assegurar que essa modificação ocorra na direção das intenções educativas.

3) A aprendizagem pode ocorrer em qualquer ambiente, mas a possibilidade de sucesso depende não somente da capacidade de quem a promove, mas das circunstâncias ambientais. O professor é imprescindível, mas sua competência será ainda mais nítida quando puder prover sua ação de apoios e suportes essenciais, espaços favoráveis, meios de organização e estrutura para sua classe, dentre outros. Essas condições ajudam bastante e a falta ou presença incompleta pode limitar a meta procurada, jamais inviabilizá-la.

4) A aprendizagem depende do desenvolvimento prévio e anterior, mas também do desenvolvimento proximal do aprendiz, ou seja, aquelas tarefas que ele pode aprender por meio de uma interação e que não poderia realizar de maneira autônoma. O professor precisa identificar esses dois aspectos para maior eficácia do trabalho.

Fino (2001) resume que os principais postulados da teoria histórico-cultural de Vygotsky são:

- A atividade humana é mediada pelo uso de ferramentas que estão para a evolução cultural como os genes para a evolução

biológica. As ferramentas são criadas e modificadas pelos seres humanos como forma de se ligarem ao mundo real e de regularem o seu comportamento e as suas interações com o mundo e com os outros. A ferramenta é um meio através do qual a atividade externa humana se orienta no sentido de triunfar sobre a natureza.

- A atividade socialmente organizada é importante para a construção da consciência, que se forma através da capacidade que os humanos têm de se empenharem em formas sociais de atividade produtiva e construtiva. Assim, as estruturas cognitivas e sociais são compostas e residem na interação entre pessoas.

- Todos os processos psicológicos mais elevados aparecem em dois planos. Em primeiro lugar, partilhados, no plano interpsicológico dos processos sociais. Finalmente, intrapsicologicamente, à medida que vão sendo interiorizados pelo indivíduo.

- Finalmente, a teoria propõe a existência de dois tipos de conceitos, científicos (acadêmicos) e de todos os dias (espontâneos), que têm origens em diferentes e diversas formas de serem adquiridos – os científicos repousam em sistemas culturais que são transmitidos através da escolaridade formal, enquanto os conceitos de todos os dias adquirem-se através da participação em atividades da vida cotidiana, e começam por ser uma compreensão concreta de eventos e de fenômenos, que se vão tornando cada vez mais abstratos à medida que se movem “para cima” e vão sendo integrados em sistemas de conhecimento formal. Os conceitos científicos, por seu lado, adquirem-se por exposição verbal, e vão-se tornando mais significativos à medida que vão se movendo “para baixo” e entram em contato com objetos e eventos de todos os dias.

A partir das exposições anteriores, pode-se verificar que a teoria de Vygotsky pode embasar o projeto de ensino com base nos preceitos CTS, por ser coerente em seus aspectos principais com a proposta.

Da mesma forma que a educação com ênfase CTS preconiza que o conhecimento dos conceitos científicos deve ser construído ao redor de temas

com relevância social, Vygotsky afirma que o conhecimento é antes social antes de ser individual.

Na proposta CTS os aparatos tecnológicos são avaliados não apenas no seu funcionamento, mas em toda a cadeia produtiva, incluindo as demandas sociais que geram e como eles influenciam no contexto social no qual se inserem, enquanto na teoria vygotskyana a atividade humana é mediada pelo uso de ferramentas, onde o desenvolvimento de objetos e a criação de condições para a utilização deles em uma determinada comunidade implica o desenvolvimento da cultura daquela região e o indivíduo, ao utilizar esses objetos da cultura local, desenvolve a própria inteligência e acumula experiência.

A abordagem com ênfase CTS considera os conhecimentos prévios dos estudantes, como também Vygotsky faz distinção entre os conhecimentos que o indivíduo adquire na vida cotidiana e os que adquire na escola, evidenciando a importância daqueles para a aquisição destes, além de ressaltar a importância do professor na identificação destes conhecimentos prévios para facilitar a aquisição de novos saberes.

Dessa forma, a proposta do nosso trabalho com ênfase CTS pode ser embasada pela teoria sócio-histórica de Vygotsky.

CAPÍTULO 4 – METODOLOGIA

No presente trabalho foi dada ênfase à educação baseada nos preceitos CTS em um estudo de caso de ensino de Física, acerca do tema “Radiação Eletromagnética”, buscando a convergência desta proposta com a teoria sócio-histórica de Vygotsky.

O produto final é direcionado para os estudantes de ensino médio. A proposta é que sirva como apoio à atividade do professor e suporte aos alunos, embasando o diálogo em sala de aula. Essa experiência visa uma mudança de foco no debate escolar, substituindo o ensino de Física descontextualizado, baseado em equações decoradas, por um ensino com contexto e que permita a reflexão sobre os temas científicos e sociais. É um modelo de material que mostra que o ensino de ciências pode extrapolar a dimensão dos sistemas conservativos ideais e chegar ao cotidiano dos estudantes, sendo algo palpável e útil para fomentar o debate e a participação dos estudantes, futuros cidadãos – no sentido político da palavra – no processo de tomada de decisões acerca da produção e uso das tecnologias.

A proposta foi apresentada a estudantes do ensino médio.

4.1 – Contexto escolar

O estudo foi feito no Centro Educacional 01 do Riacho Fundo I, escola da rede pública de ensino do Distrito Federal, vinculada à Diretoria Regional de Ensino do Núcleo Bandeirante. Funciona no período diurno e noturno, atendendo turmas de 2º e 3º anos do Ensino Médio no período matutino, 1º ano do Ensino Médio no período vespertino e as três séries do Ensino Médio no período noturno, na modalidade EJA.

A infraestrutura da escola não difere da média das escolas da rede pública de ensino: salas de aula reformadas recentemente, carteiras escolares,

quadro negro e quadro de fórmica para pincel, quadra de esportes mal conservada e descoberta e campo de futebol de terra batida, um laboratório de ciências sem uso pela falta de equipamentos – segundo os professores – e um laboratório de informática com computadores (em número insuficiente para uma turma qualquer da escola) com acesso à internet. O livro de Física adotado na escola é o que foi recebido da Secretaria de Educação, qual seja, Física – Ciência e Tecnologia, dos autores Paulo Cesar M. Penteado e Carlos Magno A. Torres, Editora Moderna, 2005, além de o professor utilizar uma apostila elaborada por ele mesmo.

O grupo que se submeteu à pesquisa foi composto de estudantes do 3º ano, todos voluntários para assistir as aulas. Dentre os 203 frequentes das 5 turmas de 3º ano, 107 se candidataram a participar das aulas. Dentre os critérios de triagem, foram excluídos os que não teriam disponibilidade para comparecer à escola no período vespertino e os que estavam envolvidos em outros projetos ou atividades de recuperação.

Desse público inicial de interessados, apenas 30 foram selecionados para a pesquisa, quais sejam, os que atendiam aos critérios de disponibilidade, apesar de que alguns insistiram em assistir às aulas, sem participar, no entanto, do preenchimento dos testes.

4.2 – Caracterização da amostra

Como já citado, dentre os mais de 100 voluntários para participar das aulas, apenas 30 estudantes do 3º ano do Ensino Médio foram selecionados apenas por critérios de disponibilidade, já que as aulas regulares deles ocorriam no período matutino e as aulas da pesquisa foram realizadas no turno vespertino.

Por esse motivo, não seria possível selecionar uma ou outra turma por completo, pois não havia possibilidade, junto ao professor regente, de assumir uma turma para desenvolver o tema, e não haveria sentido exigir dos

estudantes que comparecessem à escola no turno contrário ao das aulas deles sem que isso importasse uma atividade pedagógica contida no programa da escola.

Nesse sentido, sem a possibilidade de trabalhar com uma turma e compará-la a outra de controle, os instrumentos usados para mensurar o sucesso – ou insucesso – da proposta foram o pré e pós-teste e o questionário de opinião respondido pelos estudantes.

4.3 – Descrição das atividades

Os estudantes foram submetidos a uma sequência de seis aulas, onde foi abordado o tema “Radiação Eletromagnética”, estruturado em torno do tema social “Perícia Forense e suas tecnologias”.

As aulas foram desenvolvidas de acordo com a descrição a seguir. A hora aula (h aula) usada para a previsão de tempo de cada aula refere-se ao tempo de uma aula na referida escola, que tem duração de 50 minutos, como é em toda a rede pública de ensino, nos turnos regulares.

1ª Aula

Tempo previsto – 1h aula.

Objetivos: apresentação e familiarização da turma e do tema.

Atividades: na 1ª aula ocorreu a apresentação do professor e dos objetivos da sequência de ensino. Os estudantes foram esclarecidos sobre as atividades e sobre as metas. Também responderam ao pré-teste (Apêndice A), com 13 questões objetivas, cada uma com 4 alternativas, sendo 1 correta e 3 incorretas.

2ª aula

Tempo previsto – 2h aula

Objetivos: discutir, em grupo, sobre o papel da atividade policial na sociedade e identificar aspectos legais da ciência forense.

Atividades: os estudantes responderam, oralmente, questões como:

- qual a função da polícia na sociedade?
- a polícia cumpre seu papel dentro da legalidade?
- você se sente confiante em procurar ajuda da polícia?
- quando a polícia chega é sinal de que os conflitos vão ser resolvidos?

e questões de ordem mais específica, como:

- como você enxerga a atuação da perícia forense?
- qual o perfil que você imagina que precisa ter um perito forense?
- as provas técnicas colhidas na perícia são completamente confiáveis?

além de algumas outras trazidas pelos próprios estudantes durante o debate.

Os participantes do debate demonstraram que possuem uma grande confiança no trabalho da perícia forense (ou polícia científica, como é conhecida em alguns estados brasileiros), presumindo que os resultados obtidos em exames periciais são irrefutáveis, por se basearem em métodos científicos. Essa confiança não se estende à atuação da polícia como um todo, sendo motivo até de certa repulsa pela ingerência da polícia em atividades que, segundo a visão de alguns, deveriam ocorrer à revelia da vigilância policial, como festas e eventos particulares. Concluíram que a polícia deve se especializar sempre mais para evitar desgastes desnecessários, e assim diminuir a desmotivação da sociedade em procurar apoio policial.

A seguir, foram apresentados os fundamentos técnicos e jurídicos da perícia forense, da necessidade de amparo nos métodos científicos para a confecção da prova técnica e as demandas que justificam a existência dos departamentos de polícia técnica ou científica. A atividade se desenrolou com o auxílio dos slides apresentados nas figuras 1 a 17:



Figura 1 – Polícia x Ciência

Ciência Forense

As polícias modernas, apesar de ainda possuírem legitimidade para o uso da força estatal, a utilizam apenas como última forma de contenção, buscando se valer de meios mais inteligentes e eficazes de desempenhar as funções dela



Neste caminho de especialização da atividade policial está ocorrendo, em escala vertiginosa, o crescimento de um ramo específico de investigação chamado CIÊNCIA FORENSE. O que se vê hoje é a implantação de verdadeiros centros de pesquisa e tecnologia aplicada nos departamentos de polícia técnica ou científica.

Figura 2 – Ciência Forense 1

Ciência Forense

O foco do profissional forense é confirmar – ou descartar – a autoria ou envolvimento de suspeitos e objetos, bem como descrever a provável dinâmica dos acontecimentos durante a ação criminosa. Para isso, o cientista forense trabalha com conhecimentos da Física, Biologia, Química, Engenharias, Matemática e várias outras ciências de fronteira.



Figura 3 – Ciência Forense 2

Ciência Forense

O desenvolvimento dessas técnicas da ciência forense ganhou particular visibilidade e reconhecimento depois da proliferação de programas televisivos, documentários e ficções a respeito do tema, com destaque para a série americana CSI (sigla em inglês para Crime Scene Investigation)



Figura 4 – Ciência Forense 3

Aspectos Jurídicos da Prova

CPP: DECRETO-LEI Nº 3.689, DE 3 DE OUTUBRO DE 1941 – CAPÍTULO II DO EXAME DO CORPO DE DELITO, E DAS PERÍCIAS EM GERAL

Art. 158. Quando a infração deixar vestígios, será indispensável o exame de corpo de delito, direto ou indireto, não podendo supri-lo a confissão do acusado.

Vestígio: Aquilo que fica ou sobra do que desapareceu ou passou; Sinal que homem ou animal deixa no lugar onde passa; rastro, pegada, pista; no sentido figurado, indício, pista, sinal, (...)

Figura 5 – Aspectos Jurídicos 1

Aspectos Jurídicos da Prova

Corpo de delito: qualquer coisa material relacionada a um crime passível de um exame pericial; o corpo de delito constitui-se no elemento principal de um local de crime, em torno do qual gravitam os vestígios e para o qual convergem as evidências; é o conjunto de elementos materiais resultantes da prática de um crime. Ainda, são as alterações materiais deixadas pela infração penal;

- **Exame direto:** Conjunto de vestígios deixados pelo fato criminoso. São os elementos materiais, perceptíveis pelos nossos sentidos, resultante da infração penal. Os técnicos dirão da sua natureza, estabelecerão o nexo entre eles e o ato ou omissão; Exame direto é o realizado sobre a pessoa ou coisa objeto da ação delituosa.
- **Exame indireto:** é o realizado sobre dados paralelos, como ficha médica de paciente ou depoimento de testemunhas.
- **Confissão:** Confissão é a declaração ou admissão, pelo acusado, do crime que praticou.

Figura 6 – Corpos de Delito

Aspectos Jurídicos da Prova

Art. 159. O exame de corpo de delito e outras perícias serão realizados por perito oficial, portador de diploma de curso superior.

Perito oficial: é assegurada autonomia técnica, científica e funcional, exigido concurso público, com formação acadêmica específica, para o provimento do cargo de perito oficial.

§ 1º. Na falta de perito oficial, o exame será realizado por 2 (duas) pessoas idôneas, portadoras de diploma de curso superior preferencialmente na área específica, dentre as que tiverem habilitação técnica relacionada com a natureza do exame.

§ 2º. Os peritos não oficiais prestarão o compromisso de bem e fielmente desempenhar o encargo.

§ 3º. Serão facultadas ao Ministério Público, ao assistente de acusação, ao ofendido, ao querelante e ao acusado a formulação de quesitos e indicação de assistente técnico.

Figura 7 – Artigo 159

Aspectos Jurídicos da Prova

§ 4º. O assistente técnico atuará a partir de sua admissão pelo juiz e após a conclusão dos exames e elaboração do laudo pelos peritos oficiais, sendo as partes intimadas desta decisão.

§ 5º. Durante o curso do processo judicial, é permitido às partes, quanto à perícia:

I – **requerer a oitiva dos peritos para esclarecerem a prova** ou para responderem a quesitos, desde que o mandado de intimação e os quesitos ou questões a serem esclarecidas sejam encaminhados com antecedência mínima de 10 (dez) dias, podendo apresentar as respostas em laudo complementar;

II – indicar assistentes técnicos que poderão apresentar pareceres em prazo a ser fixado pelo juiz ou ser inquiridos em audiência.

Figura 8 – Artigo 159

Aspectos Jurídicos da Prova

Art. 160. Os peritos elaborarão o laudo pericial, onde descreverão minuciosamente o que examinarem, e responderão aos quesitos formulados.

Art. 162. A autópsia será feita pelo menos seis horas depois do óbito, salvo se os peritos, pela evidência dos sinais de morte, julgarem que possa ser feita antes daquele prazo, o que declararão no auto.

Parágrafo único. Nos casos de morte violenta, bastará o simples exame externo do cadáver, quando não houver infração penal que apurar, ou quando as lesões externas permitirem precisar a causa da morte e não houver necessidade de exame interno para a verificação de alguma circunstância relevante.

Figura 9 – Artigos 160 e 162

Aspectos Jurídicos da Prova

Art. 166. Havendo dúvida sobre a identidade do cadáver exumado, proceder-se-á ao reconhecimento pelo Instituto de Identificação e Estatística ou repartição congênere ou pela inquirição de testemunhas, lavrando-se auto de reconhecimento e de identidade, no qual se descreverá o cadáver, com todos os sinais e indicações.

Parágrafo único. Em qualquer caso, serão arrecadados e autenticados todos os objetos encontrados, que possam ser úteis para a identificação do cadáver.

Art. 170. Nas perícias de laboratório, os peritos guardarão material suficiente para a eventualidade de nova perícia. Sempre que conveniente, os laudos serão ilustrados com provas fotográficas, ou microfotográficas, desenhos ou esquemas.

10

Figura 10 – Artigos 166 e 170

Aspectos Jurídicos da Prova

Art. 171. Nos crimes cometidos com destruição ou rompimento de obstáculo a subtração da coisa, ou por meio de escalada, os peritos, além de descrever os vestígios, indicarão com que instrumentos, por que meios e em que época presumem ter sido o fato praticado.

Art. 172. Proceder-se-á, quando necessário, à avaliação de coisas destruídas, deterioradas ou que constituam produto do crime.

Parágrafo único. Se impossível a avaliação direta, os peritos procederão à avaliação por meio dos elementos existentes nos autos e dos que resultarem de diligências.

11

Figura 11 – Artigos 171 e 172

Aspectos Jurídicos da Prova

Art. 173. No caso de incêndio, os peritos verificarão a causa e o lugar em que houver começado, o perigo que dele tiver resultado para a vida ou para o patrimônio alheio, a extensão do dano e o seu valor e as demais circunstâncias que interessarem à elucidação do fato.

Art. 175. Serão sujeitos a exame os instrumentos empregados para a prática da infração, a fim de se lhes verificar a natureza e a eficiência.

Art. 180. Se houver divergência entre os peritos, serão consignadas no auto do exame as declarações e respostas de um e de outro, ou cada um redigirá separadamente o seu laudo, e a autoridade nomeará um terceiro; se este divergir de ambos, a autoridade poderá mandar proceder a novo exame por outros peritos.

Art. 182. O juiz não ficará adstrito ao laudo, podendo aceitá-lo ou rejeitá-lo, no todo ou em parte.

Figura 12 – Artigos 173, 174, 180 e 182

Aspectos Jurídicos da Prova

Perito Papiloscópico

Papiloscopia, ciência que tem por objetivo o estudo detalhado e minucioso dos desenhos papilares para estabelecer a identidade de pessoas.



Figura 13 - Papiloscopia

Aspectos Jurídicos da Prova

O Papiloscopista é o policial especializado que trabalha com a identificação humana. Usualmente, essa identificação é feita através das papilas dérmicas dos dedos da mão (identificação dactiloscópica) ou dos dedos dos pés (podoscopia).

Contudo, a identificação através das papilas dérmicas também pode ser feita através das papilas contidas na palma da mão (quiroscopia) ou na planta do pé (podoscopia).

O processo de identificação mais utilizado pela Polícia Judiciária, com base científica até hoje não posta em dúvida, é o da identificação dactiloscópica.

14

Figura 14 - Papiloscopista

Aspectos Jurídicos da Prova

Requisitos exigidos para uma ferramenta de identificação

Unicidade: todos os indivíduos de todas as raças possuem impressões papilares;

Perenidade: surgem no 6º mês de vida fetal e só desaparecerem com a putrefação da pele;

Imutabilidade: o desenho não se altera durante a existência do indivíduo;

Variabilidade: o desenho papilar varia de pessoa para pessoa.

15

Figura 15 – Características Papiloscópicas

Aspectos Jurídicos da Prova

A papiloscopia é uma ciência que tem a tecnologia como matéria-prima. Reagentes químicos, decaladores especiais, luzes infravermelha e ultravioleta e sofisticados equipamentos de informática são ferramentas básicas no trabalho de coleta, identificação e armazenamento de impressões digitais realizado pelo perito papiloscopista.

- Cianoacrilato - é o reagente mais utilizado nas investigações. Os vapores de cianoacrilato reagem com a umidade das impressões digitais e é muito útil sobre a maioria das superfícies não porosas;
- Ninidrina - reage com os aminoácidos e é capaz de revelar impressões papilares que foram depositadas há até 50 anos, especialmente quando deixadas sobre papel.
- Amido black - reage com as proteínas e é muito utilizado para revelar impressões contaminadas com sangue.

16

Figura 16 – Técnicas Papiloscópicas 1

Aspectos Jurídicos da Prova

- Nitrato de Prata – reage com cloretos e sais de secreções da pele. Muito empregado para revelar impressões em papelão, papel jornal e madeira.
- DFO – duas vezes mais poderoso que a ninidrina, também é útil para revelar manchas fracas de sangue. Requer o auxílio de uma fonte de luz especial (ultravioleta)
- Iodo – reage com óleos e depósitos de gordura. Ideal para buscas de impressões latentes sobre papel, cédulas de dinheiro, tecidos e lenços de papel.
- Violeta genciana – atua tingindo as células mortas e resíduos de transpiração deixados na parte aderente de fitas crepe, isolante, durex e esparadrapo.
- Reagente de pequenas partículas - adere aos componentes gordurosos encontrados em impressões latentes. Aplicado sobre superfícies não-porosas, especialmente carroceria de automóvel, vidros e materiais encerados.
- Pó fluorescente – preferível quando a impressão se encontra sobre um fundo confuso.

17

Figura 17 – Técnicas Papiloscópicas 2

Nos slides 5 a 12 (Figuras 5 a 12) foram expostos os aspectos jurídicos relativos à prova técnica. Foi exposta a letra da lei, contida no Código Penal Brasileiro, e foi discutida a pertinência dessa atividade na sociedade.

Nos slides 13 a 17 (Figuras 13 a 17) foram feitas observações a respeito de um ramo específico da perícia chamado “Papiloscopia”, com as respectivas aplicações desse ramo de atividade e alguns reagentes usados.

3ª e 4ª aula

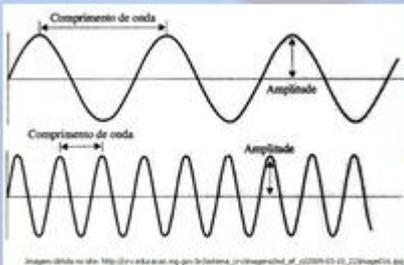
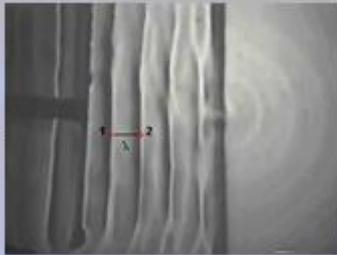
Tempo previsto – 4h aula.

Objetivos: compreender a teoria ondulatória da luz, identificando fenômenos ondulatórios, diferença entre comprimentos de onda e a energia associada a cada um, conhecendo o espectro eletromagnético.

Foi feita a diferenciação entre a energia carregada por cada comprimento de onda do espectro eletromagnético, colocando aplicações, benefícios e riscos que apresentam para organismos vivos. Foram utilizados os slides apresentados nas figuras 18 a 35:

Teoria Ondulatória da Luz

Uma onda nada mais é do que uma perturbação – periódica ou não – que se propaga. Ao se movimentar a extremidade na superfície da água, você perceberá a formação de ondas na superfície. De forma semelhante, ao balançar uma carga elétrica, ou um objeto eletrizado, estará produzindo ondas eletromagnéticas no espaço, mas essas, você não poderá ver se propagando.



As ondas são caracterizadas pela energia que transportam. Essa energia é uma função do comprimento de onda (λ) – que é a distância entre duas cristas de onda – ou da frequência (f ou ν) – que é o número de ondas que passa por um ponto do espaço em determinado tempo.

18

Figura 18 – Teoria Ondulatória da Luz

Teoria Ondulatória da Luz

Cargas elétricas em movimento constituem uma corrente elétrica. Ao redor de uma corrente elétrica forma-se um campo magnético. Quando a corrente é variável, o campo magnético gerado também será. Um campo magnético variável gera um campo elétrico. Se o campo magnético é oscilante, o campo elétrico gerado também será. Dessa forma, os campos elétricos e magnéticos oscilantes regeneram um ao outro, formando uma onda chamada eletromagnética.

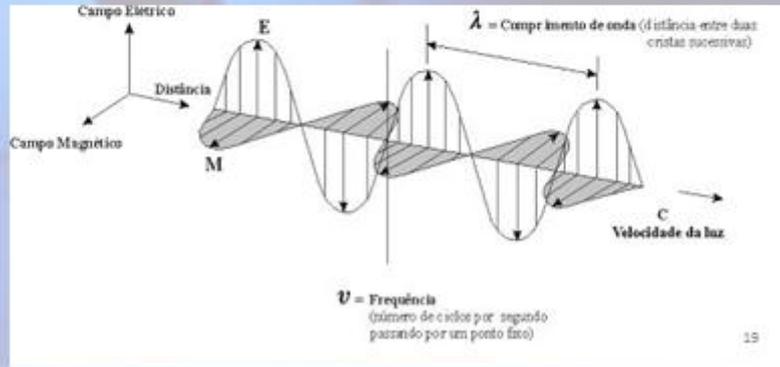


Figura 19 – Onda Eletromagnética

Espectro Eletromagnético

O espectro eletromagnético é o intervalo completo de frequências da radiação eletromagnética que contém as ondas de rádio, as microondas, o infravermelho, os raios X, a radiação gama, os raios violeta e a luz visível ao olho humano.

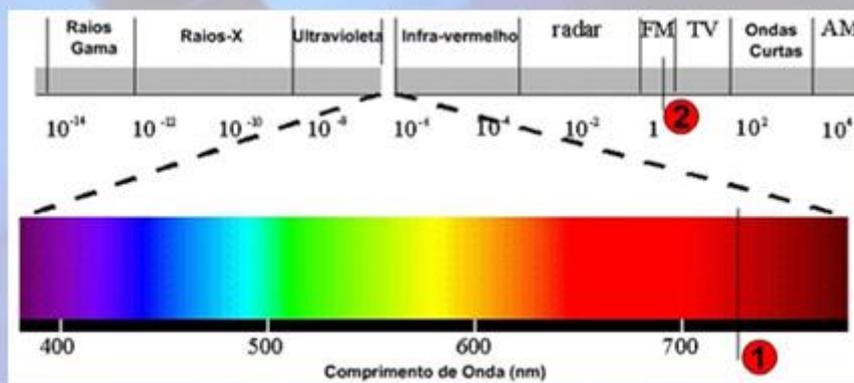


Figura 20 – Espectro Eletromagnético

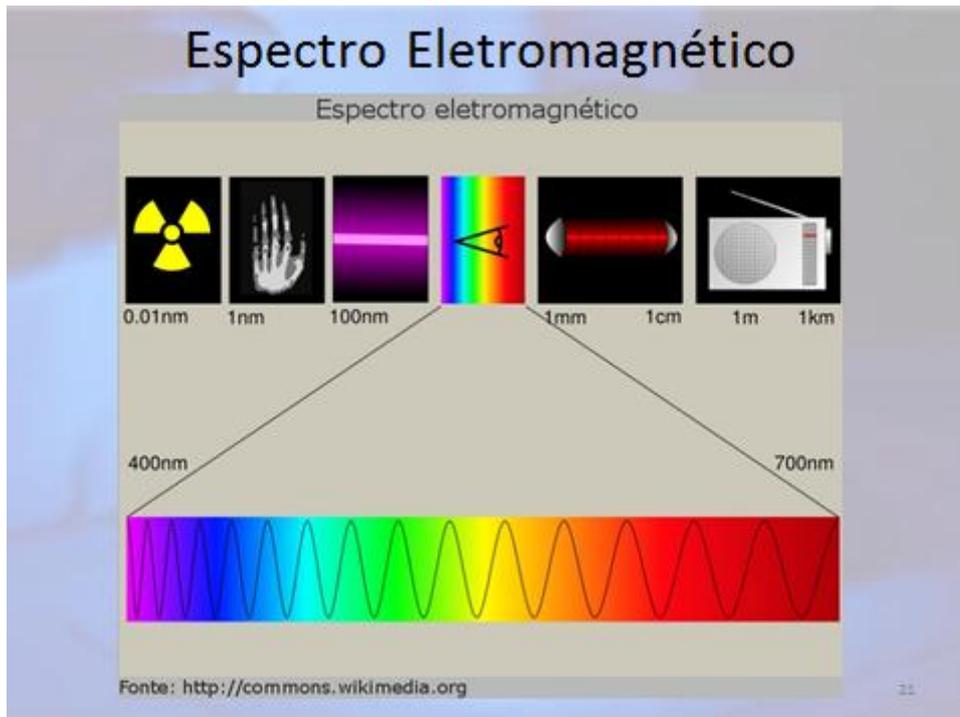


Figura 21 – Espectro Eletromagnético 2

Ondas de rádio

- têm comprimento de onda grande;
- permite que elas sejam refletidas pelas camadas ionizadas da atmosfera superior (ionosfera);
- têm a capacidade de contornar obstáculos como árvores, edifícios;
- têm comprimento de onda maior e frequência menor do que a radiação infravermelha;

A photograph of a large satellite dish antenna, also known as a parabolic antenna, mounted on a structure and pointing towards the sky. The dish is made of a grid of metal panels and is set against a blue sky with some clouds.

Figura 22 – Ondas de Rádio

Ondas de Tv

É costume classificar as ondas de TV em bandas de frequência (faixa de frequência), que são:

- VHF : very high frequency (54 MHz à 216 MHz ? canal 2 à 13)
- UHF : ultra-high frequency (470 MHz à 890 MHz ? canal 14 à 83)
- SHF : super-high frequency
- EHF : extremely high frequency
- VHFI : veri high frequency indeed

As ondas de TV não são refletidas pela ionosfera, de modo que para estas ondas serem captadas a distâncias superiores a 75 Km é necessário o uso de estações repetidoras



Figura 23 – Ondas de TV

Microondas

Micro-ondas são ondas eletromagnéticas com comprimentos de onda maiores que os dos raios infravermelhos, mas menores que o comprimento de onda das ondas de rádio.

- As micro-ondas cozinham os alimentos, fazendo com que as moléculas de água e outras substâncias presentes nos alimentos vibrem. Esta vibração cria um calor que aquece o alimento;
- Micro-ondas são usadas nas transmissões de comunicações, porque as microondas atravessam facilmente a atmosfera terrestre, com menos interferência do que ondas mais longas;
- O Radar também usa radiação em micro-ondas para detectar a distância, velocidade e outras características de objetos distantes.
- Redes Locais sem-fio, tais como Bluetooth, WIFI, WiMAX e outros usam micro-ondas

24

Figura 24 - Microondas

Infravermelho

- Estão associados a corpos aquecidos e são os responsáveis pela troca de energia térmica;
- Qualquer objeto que esteja a uma temperatura acima do Zero Absoluto (0K) vai emitir radiação infravermelho.
- O transporte de energia necessário para a vida, por exemplo, do Sol até à Terra ocorre unicamente através das radiações infravermelhas.

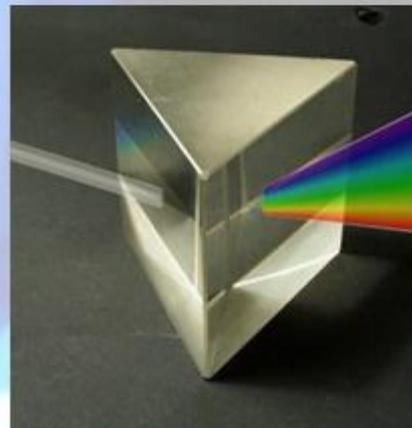


25

Figura 25 - Infravermelho

Luz visível

O que chamamos de luz visível (ou luz branca) corresponde a uma estreita faixa do espectro da radiação solar cujo comprimento de onda situa-se entre 400 e 700nm, cujos comprimentos nos possibilitam enxergar em cores. A camada da atmosfera terrestre funciona como se fosse um filtro e por isso, vários espectros da radiação eletromagnética são filtrados.



26

Figura 26 – Luz Visível

Cores

A cor de um objeto depende tanto da luz que ilumina esse objeto quanto de propriedades específicas de sua superfície e textura



27

Figura 27 - Cores

Luz visível

Cor é como o olho (dos seres vivos animais) interpreta a reemissão da luz vinda de um objeto que foi emitida por uma fonte luminosa por meio de ondas eletromagnéticas; e que corresponde à parte do espectro eletromagnético que é visível (380 a 700 nanômetros - $4,3 \times 10^{14}$ Hz a $7,5 \times 10^{14}$ Hz). A Cor não é um fenômeno físico. Um mesmo comprimento de onda pode ser percebido diferentemente por diferentes pessoas (ou outros seres vivos animais), ou seja, cor é um fenômeno subjetivo e individual.

28

Figura 28 – Espectro Eletromagnético visível

Luz visível



29

Figura 29 – Luz Visível

UltraVioleta

- Os raios ultravioletas não formam imagens visuais, são invisíveis. Mas a sua ação na retina do olho e na pele é muito intensa e destruidora;
- Sua maior parte é absorvida ou espalhada pela atmosfera, principalmente pelo Ozônio;
 - UVC Praticamente todo absorvido pelo ozônio. Pouquíssimo ou nada chegam à biosfera;
 - UVB Boa parte é absorvida pelo ozônio. A parte dos maiores comprimentos é espalhada e atenuada, mas mesmo assim chega à biosfera;
 - UVA Não é absorvida pelo ozônio. É a parte UV que mais atinge a biosfera.



Figura 30 – Ultra Violeta

Raios X

- São capazes de atravessar o corpo humano, durante a travessia, o feixe sofre um certo enfraquecimento. Ele provoca a iluminação de certos sais minerais.
- No ser humano a exposição contínua aos raios X podem causar vermelhidão da pele, queimaduras por raios X ou em casos mais graves de exposição, mutações do DNA, morte das células e/ou leucemia.
- Os raios X são produzidos quando elétrons em alta velocidade, provenientes de um filamento aquecido, chocam-se com um alvo produzindo radiação;

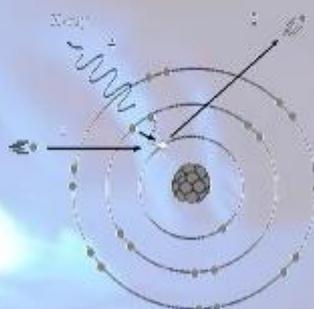


Figura 31 – Raio X

Radiação Alfa, Beta e Gama

- Radiação alfa: são fluxos de partículas carregadas positivamente, compostas por 2 nêutrons e 2 prótons (núcleo de hélio). São muito ionizantes porém pouco penetrantes.
- Radiação beta: são fluxos de partículas originárias do núcleo. Estas partículas são resultantes da desintegração de nêutrons do núcleo. É mais penetrante porém menos ionizante que a radiação alfa.
- Radiação gama: são ondas eletromagnéticas. Não apresenta carga elétrica. É uma radiação muito perigosa aos organismos vivos. Com o recebimento da Radiação Gama, pode-se alterar o material genético da pessoa, fazendo com que seus filhos tenham alta possibilidade com algum outro tipo de deficiência.



Figura 32 – Radiação alfa, beta e gama

Fenômenos Ondulatórios

A *reflexão* da luz é um dos fenômenos mais comuns envolvendo a propagação da luz. A reflexão ocorre quando a luz incide sobre a superfície de separação entre dois meios com propriedades distintas. A reflexibilidade é a tendência dos raios de voltarem para o mesmo meio de onde vieram.



Figura 33 – Fenômenos Ondulatórios

Fenômenos Ondulatórios

Em um ambiente iluminado, onde há raios de luz se propagando em todas as direções, alguns desses raios vão refletir nos objetos, e nossos olhos vão captar esses raios refletidos para fazer a composição da imagem nos nossos olhos. Quanto às cores, existe uma espécie de reflexão seletiva, onde o objeto vai refletir apenas o comprimento de onda referente à cor dele, e absorver todos os outros

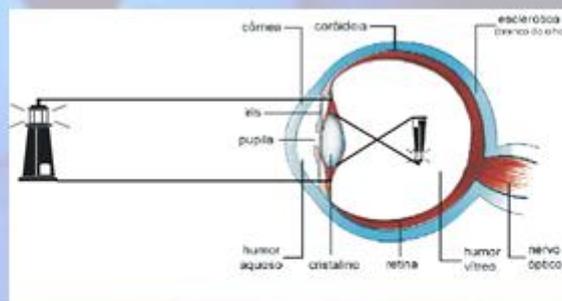


Figura 34 – Reflexão Seletiva

Fenômenos Ondulatórios

Ao fenômeno no qual a luz passa de um meio para o outro, damos o nome de refração da luz.



Figura 35 – Refração da Luz

Além dos slides, foram exibidos três vídeos disponíveis na internet, quais sejam:

- Radiação Ionizante - O que é radiação ionizante?

disponível no endereço: http://www.youtube.com/watch?v=Ch3w_THmn4U, trata dos tipos de radiação ionizante e o que as produz.

- Efeitos da Radiação na saúde

disponível no endereço:

http://www.youtube.com/watch?v=8qd_t4z6ko0&feature=related, trata dos efeitos da radiação na saúde de animais, com previsões para os seres humanos.

- Riscos da Radiação

disponível no endereço:

http://www.youtube.com/watch?v=t30_kpYBC3U&feature=related, trata dos efeitos da radiação na saúde humana e a intervenção da atmosfera.

5ª aula

Tempo previsto – 2h aula

Objetivos: Identificar e compreender as limitações da teoria ondulatória da luz frente o fenômeno conhecido como Efeito Fotoelétrico. Compreender a dualidade onda-partícula da radiação eletromagnética e a quantização da energia.

Para tanto, foi feita uma explanação sobre a estrutura atômica e os estados de energia possíveis no átomo. Foram usados os diapositivos apresentados nas figuras 36 a 44:

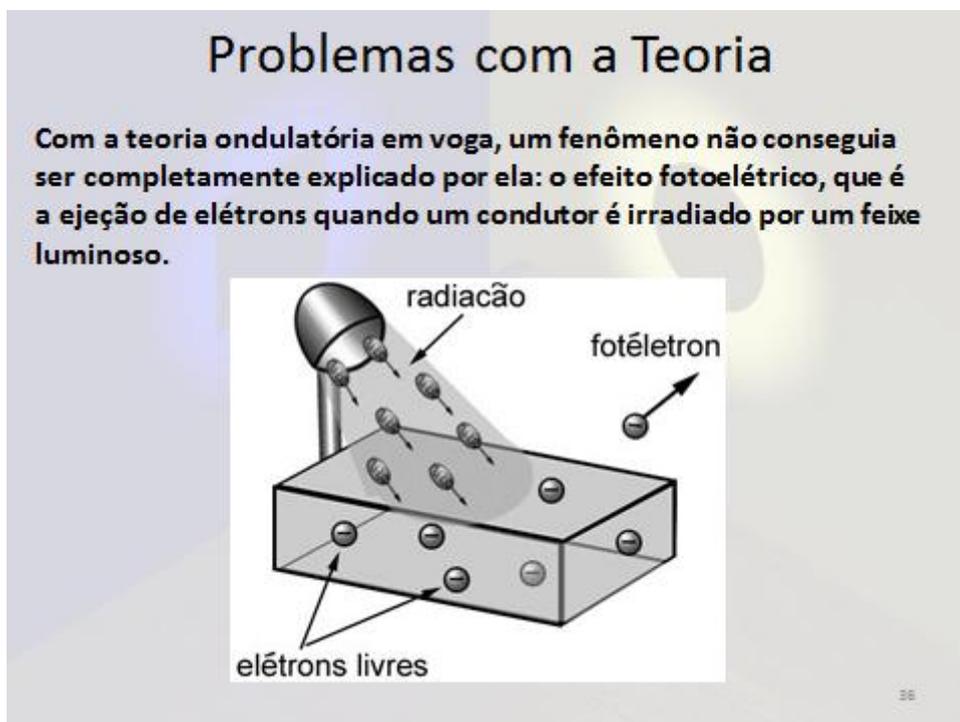


Figura 36 – Problemas da Teoria Ondulatória

Problemas com a Teoria

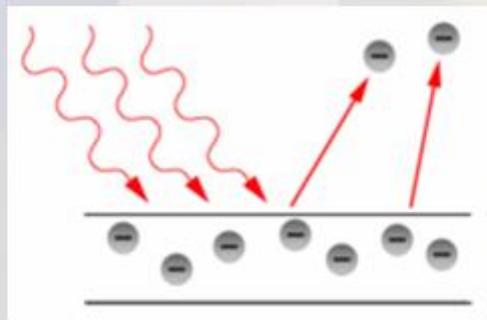
- 1) O aumento da intensidade da radiação incidente deveria resultar no aumento do potencial limite
- 2) O efeito fotoelétrico deveria ocorrer para qualquer frequência, dependendo apenas da intensidade da radiação incidente
- 3) Deveria existir um intervalo de tempo mensurável entre a absorção da energia da radiação e a emissão do elétron.

37

Figura 37 - Problemas da Teoria Ondulatória 2

Problemas com a Teoria

Na explicação, Einstein propôs que a luz era composta de uma gama enorme de partículas, que seriam pacotes condensados de energia. Dessa forma, a luz transmite a energia para o elétron de forma instantânea, como a colisão de duas bolas de bilhar



38

Figura 38 - Einstein

A teoria Quântica

Foi Albert Einstein, usando a idéia de Max Planck, que conseguiu demonstrar que um feixe de luz são pequenos pacotes de energia e estes são os fótons, logo, assim foi explicado o fenômeno da emissão fotoelétrica.

A confirmação da descoberta de Einstein se deu no ano de 1911, quando Arthur Compton demonstrou que "quando um fóton colide com um elétron, ambos comportam-se como corpos materiais."

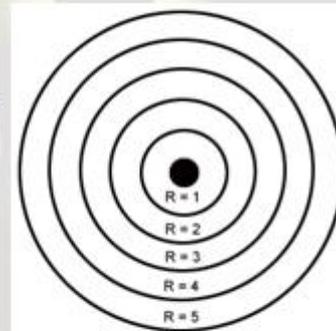
39

Figura 39 – Teoria Quântica

Excitação Eletrônica

Modelo atômico – Planetário

- os elétrons se movem em um átomo somente em certas órbitas, sem irradiar energia.
- os átomos irradiam somente quando um elétron sofre uma transição de um estado estacionário para outro, sendo a frequência f da radiação emitida relacionada às energias das órbitas.
- no limite de grandes órbitas e altas energias, os resultados quânticos devem coincidir com os resultados clássicos



40

Figura 40 – Modelo Atômico

Excitação Eletrônica

Quando um elétron recebe energia de uma fonte externa, ele passa para uma camada de energia mais alta, fazendo o átomo ficar no estado excitado.

Para retornar, o elétron emite um fóton de energia igual a diferença entre os dois estados estacionários.

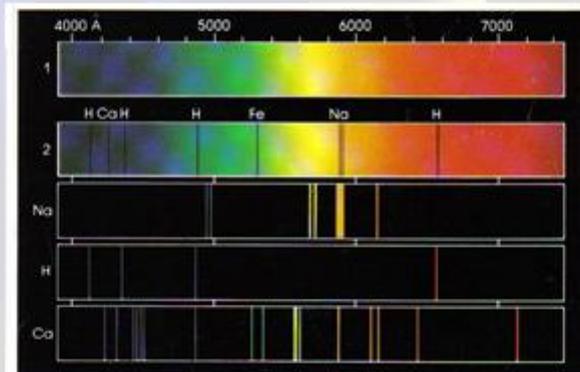


41

Figura 41 – Excitação Eletrônica

Espectro de Emissão

Os elementos ou compostos químicos podem ser induzidos a emitir luz. O físico alemão Gustav Kirchhoff descobriu que cada elemento químico emite luz com um espectro distinto e bem característico. Isto é, o espectro pode ser usado para detectar a presença do elemento na fonte de luz.



(1) Espectro contínuo de um sólido incandescente. (2) Espectro solar, mostrando linhas de absorção (Fraunhofer). (3-5) Espectros de emissão descontínuos de sódio, hidrogênio, cálcio.

42

Figura 42 – Espectro de Emissão

Espectro de Emissão

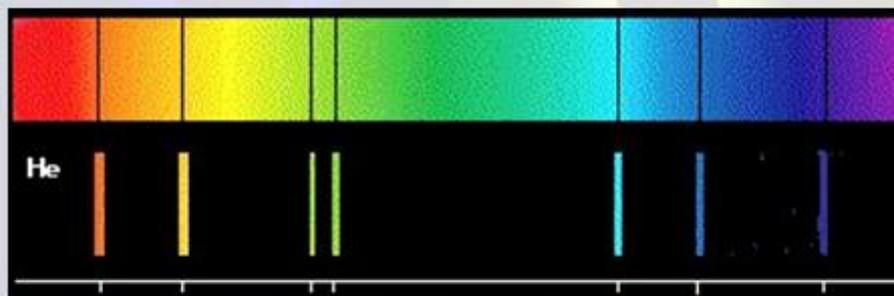
A fonte de luz pode ser uma estrela distante, cuja luz é focalizada no espectrógrafo por um telescópio. Examinando o espectro da luz da estrela o astrofísico obtém informações sobre os elementos e compostos químicos presentes na estrela. Em outras palavras, pode fazer uma **análise química** da estrela.

Um exemplo espetacular desse tipo de análise deu-se quando os cientistas descobriram linhas escuras no espectro solar que *não correspondiam a nenhum elemento conhecido*. Eles chamaram esse elemento de **hélío**, nome do deus do Sol da mitologia. Só 17 anos depois, o elemento hélio foi encontrado na Terra. A figura abaixo mostra o espectro de emissão do hélio e as linhas de absorção que ele impõe sobre o espectro solar.

43

Figura 43 – Análise Química

Espectro de Emissão



44

Figura 44 – He - Espectro

Após a explanação e debate dos conceitos foram, novamente, apresentados dois vídeos, disponíveis na internet, para complementar o assunto.

- Efeito Fotoelétrico

disponível no site: http://www.youtube.com/watch?v=2vyOWsz_R-g, trata da idéia da quantização e a explicação do efeito fotoelétrico a partir dessa teoria.

- A saga do Prêmio Nobel - A teoria quântica - Parte 1

disponível no site: <http://www.youtube.com/watch?v=bsCvfiCEmvc>, traz uma abordagem cronológica dos paradigmas que conduziram à necessidade da transição da teoria clássica para a quântica, tratando do efeito fotoelétrico também.

6ª aula

Tempo previsto – 2h aula

Objetivos: identificar, distinguir e compreender os fenômenos de luminescência. Identificar a aplicação de diferentes comprimentos de onda na perícia, bem como a aplicação de um reagente muito conhecido chamado Luminol. Foram usados os slides apresentados nas figuras de 45 a 56:

Fluorescência

Fluorescência é a capacidade de uma substância de emitir luz quando exposta a radiações do tipo ultravioleta (UV), raios catódicos ou raios X. As radiações absorvidas (invisíveis ao olho humano) transformam-se em luz visível.

O fenômeno da fluorescência consiste na absorção de energia por um elétron, passando do estado fundamental para o estado excitado. Este elétron ao retornar ao estado fundamental é acompanhado pela liberação de energia em excesso através da emissão de radiação.

Ao ir a uma discoteca, podemos observar a fluorescência através das roupas brancas que ficam "brilhando" no escuro graças às lâmpadas de luz negra, que é uma lâmpada de luz ultravioleta. A nossa roupa brilha sob luz negra por causa de um aditivo dos sabões em pó. Esse aditivo é usado para dar a impressão de que a roupa está "mais branca do que o branco", pois ele absorve a radiação UV e emite como uma luz azulada.



45

Figura 45 - Fluorescência

Fosforescência

Após os elétrons serem excitados, relaxam e voltam à sua órbita inicial, liberando o seu excesso de energia na forma de fótons. Quando esta relaxação ocorre em tempos inferiores a 10^{-5} segundos, chama-se fluorescência, enquanto que em tempos superiores, fosforescência, durando minutos ou até horas.

A maior diferença entre fluorescência e fosforescência é o tempo entre a absorção da energia e a emissão do fóton, sendo que quando o intervalo de tempo é curto, o processo é chamado fluorescência e quando o tempo é longo, o processo chama-se fosforescência.

Os ponteiros de alguns relógios contêm vestígios de substâncias fosforescentes para serem visíveis à noite. Devido a estas propriedades de fluorescência e fosforescência, as radiações ultravioletas são utilizadas para detectar fraudes, como notas ou bilhetes falsificados, por exemplo.



46

Figura 46 - Fosforescência

Luz Forense

Como um método físico rápido e não destrutivo, o uso da luz nos seus diversos comprimentos de onda, iniciando na faixa do ultravioleta, passando pelo visível chegando ao infravermelho, apresenta-se como uma ferramenta extremamente útil para os exames das ciências forense, seja em busca de evidências físicas no local de crime, ou nos mais diversos exames em laboratórios.



47

Figura 47 – Luz Forense

APLICAÇÃO DE FONTE LUZ EM LOCAL DE CRIME

- DETECÇÃO DE IMPRESSÃO PAPILAR LATENTE

A aplicação primária das fontes de luz forense foi para melhoria da detecção de impressões papilares latentes, digitais, palmares e plantares em local de crime. O uso da fonte de luz é um processo que permite a melhoria da luminescência, graças à fonte de luz potente, que aumenta em muito a chance de descobrir impressões papilares latentes em diversos tipos de superfícies.

- FLUÍDOS CORPORAIS

Na medida em que fluídos corporais como sêmen, saliva, e secreções vaginais são naturalmente fluorescentes, o uso de uma fonte de luz oferece um exclusivo método e sensível para localizá-los. O profissional em um local de crime pode delimitar uma área específica, localizando as manchas para coletar, ao invés de trabalhar com faixas largas ou peças inteiras, pedaços de evidências, tais como um colchão, um tapete, um lençol, uma peça de roupa, etc.

48

Figura 48 – Aplicação Forense

APLICAÇÃO DE FONTE LUZ EM LOCAL DE CRIME

- CABELOS & FIBRAS

Dois métodos de iluminação por luz podem ser empregados para localizar fios de cabelos e fibras com uma fonte de luz. O primeiro, usa um feixe de luz oblíqua ou paralela em superfícies tais como um assoalho ou tapete com uma luz branca forte (quanto maior potência melhor) revelará pequenas partículas, e fios de cabelos e fibras para a coleta.

- HEMATOMAS/DENTADAS/FERIMENTOS PADRÕES

O uso de uma fonte de luz forense com múltiplos comprimentos de ondas pode revelar detalhes de hematomas e ferimentos padrões que são invisíveis sob uma iluminação branca normal. Detalhes de um hematoma comum em uma palma de mão suspeita podem possibilitar a ligação do suspeito com uma arma. Além do mais, detalhes de um hematoma em uma vítima, por exemplo, uma mordida ou uma marca de calçados, pode ligar o suspeito a uma vítima. Os comprimentos de ondas múltiplos são necessários porque diferentes cores penetram em diferentes profundidades dentro da pele.

49

Figura 49 – Aplicação Forense - Identificação

APLICAÇÃO DE FONTE LUZ EM LOCAL DE CRIME

- COLETA DE FRAGMENTO DE OSSO NO CAMPO

Os fragmentos de ossos podem ser localizados quando pesquisando um local com corpos enterrados, um local de crime antigo para localizar pequenos fragmentos de ossos misturados com terra e pedras. Os ossos e esmalte dos dentes fluorescerão fortemente sob luz azul.

- DOCUMENTOS QUESTIONADOS

O uso da luz em exame de documento questionado representa a maneira mais útil e rápida de estabelecer a autenticidade de um documento. A luz interage diferentemente com diferentes tintas em um documento, oferecendo informações para a detecção de alterações ilegais. A aplicação de cada região de luz, assim como dois principais métodos para a aquisição de informações: os modos de absorção e de luminescência permitem ao perito afirmar com muita propriedade sobre autenticidade ou não de documento enviado a exames de documentos questionados.

30

Figura 50 – Aplicação Forense - Coleta

O luminol

Luminol é uma substância química criada em 1928 por H. O. Albrecht. É um produto que é preparado misturando-se o luminol propriamente dito, com uma substância à base de peróxido de Hidrogênio (água oxigenada), que reage muito lentamente. Quando essa mistura entra em contato com o sangue humano, utiliza o ferro presente na hemoglobina como agente catalisador causando uma reação de quimiluminescência.

31

Figura 51 – Preparação do Luminol

O luminol

O Luminol*, utilizado em locais onde se buscam vestígios biológicos (sangue, sêmen), vale-se de dois princípios: a quimiluminescência – por ocorrer uma reação química entre o Luminol e a hemoglobina contida no sangue – e a fotoluminescência, pois, irradiado com luz violeta, os elétrons mais externos são promovidos, e retornam com a emissão de luz visível. A luz violeta é usada por ser a radiação não ionizante de maior energia, favorecendo a excitação dos elétrons. As radiações de frequência acima do violeta (ultravioleta em diante) são prejudiciais à saúde humana, algumas carcinogênicas.

52

Figura 52 – Aplicações do Luminol

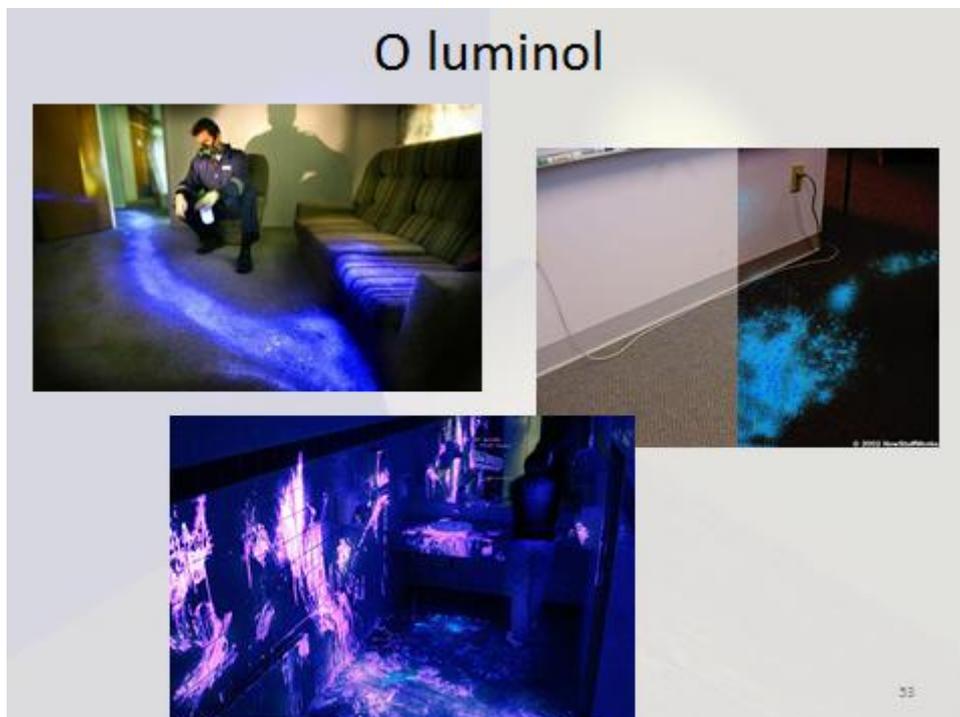


Figura 53 – Resultados da Aplicação

Conclusões

O progresso da ciência forense é, sem dúvida, um passo na direção do combate à criminalidade. No entanto, um fator preocupante é: toda evolução ocorre em função de uma demanda. Se a ciência forense está se expandindo, é porque a criminalidade está no mesmo caminho.

Em 2010, ano em que o Estatuto da Criança e do Adolescente completa 20 anos, Brasília experimenta momentos difíceis na seara da delinquência infanto-juvenil. No lugar de tornar-se o espelho para as demais Unidades da Federação, ostentando a posição de capital do país, ao contrário, registra cifras preocupantes de jovens autores de atos infracionais graves, tais como: roubo, tráfico de drogas, porte de armas, lesões corporais, latrocínio (roubo com morte da vítima) e homicídio.

54

Figura 54 – Conclusões 1

Conclusões

Nas escolas, há um crescente de ocorrências registradas de estudantes contra professores, além das não raras intrigas entre estudantes. A responsabilidade desses índices é compartilhada por vários segmentos, dentre eles: falta ou inexistência de estrutura familiar; condições precárias; baixa escolarização dos pais; banalização da violência.



Somam-se a isso os casos de agressões recíprocas entre estudantes, para se impor perante os amigos, para demonstrar coragem, ímpeto, para revidar uma brincadeira, por não mais suportar ser vítima de *bulyng*, ou por motivos diversos.

55

Figura 55 – Conclusões 2

Conclusões

Esses eventos levaram a Secretaria de Educação, em parceria com o Ministério Público do Distrito Federal e Territórios, a planejar uma cartilha para orientar professores sobre a ação em casos como esses, além de criarem um banco de dados com as ocorrências de infrações dentro das escolas.

Nas palavras do filósofo francês, Michel Foucault: não podemos mudar o mundo todo, mas podemos mudar o mundo das pessoas com quem vivemos. Dessa forma, deixar de partir pra um confronto, ou mesmo de revidar uma agressão, pode ser a chave para fazer essa triste estatística retroceder, desafogando o trabalho policial para que se promovam as investigações que realmente precisam ser feitas.

36

Figura 56 – Conclusões 3

Os slides 54 a 56 (Figuras 54 a 56) voltam ao tema de abertura, que diz respeito à atividade policial e a atuação das instituições junto à comunidade. Foram debatidos os tipos de ocorrências que são mais frequentes no meio infanto-juvenil, quais as causas mais comuns, o que já ocorreu naquela escola e com aquele grupo de estudantes, dentre outros assuntos pertinentes à violência e atuação da polícia.

Após essa discussão e das observações feitas pelos estudantes, foi respondido o pós-teste para comparação com o resultado do pré-teste e os estudantes responderam um questionário de opinião. Todos os dados estão compilados no capítulo que lhes é devido.

CAPÍTULO 5 – RESULTADOS OBTIDOS E ANÁLISE DOS DADOS

Para aferir resultados obtidos e mensurar o sucesso – ou insucesso – da aprendizagem de conceitos dentro da proposta aqui apresentada, foi utilizado um pré-teste e um pós-teste, questionário adaptado da dissertação de SCHIMITT (2005) e SOARES (2009). O mesmo teste foi aplicado antes do início e após o final da sequência de aulas ministradas. Para a análise das impressões e sensações dos estudantes sobre a pesquisa realizada, eles também responderam a um questionário de opinião, também adaptado das dissertações de SCHIMITT (2005) e SOARES (2009). Seguem os dois testes utilizados.

PRÉ-TESTE / PÓS TESTE

Universidade de Brasília

PPGEC – Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências

Mestrado Profissional em Ensino de Física

Pesquisa Educacional

Responsável: Rodrigo Dutra Silveira Monteiro

Orientadora: Profa Dra Maria da Silva de Fátima Verdeaux

Centro Educacional 01 Riacho Fundo 1, DRE Núcleo Bandeirante

Identificação: _____

1. O que você entende por radiação eletromagnética?

a) espécie de veneno que é emitido pelos materiais “radioativos”;

- b) a ação de rádio-amadores;
- c) onda eletromagnética que se propaga no vácuo, com velocidade de 300.000 km/s;
- d) propriedade de transmitir informações, por qualquer forma de transmissão.

2. O que você entende por espectro eletromagnético?

- a) forma de ser que pode atravessar obstáculos;
- b) conjunto de freqüências das ondas eletromagnéticas;
- c) faixa determinada de freqüência das ondas de rádio AM;
- d) meio por onde se propagam as ondas eletromagnéticas;

3. Existe alguma forma de se detectar uma radiação eletromagnética, sem o uso de aparelhos eletrônicos?

- a) sim, dependendo da freqüência da radiação a ser detectada;
- b) não, radiação eletromagnética necessita de aparelhos elétricos ressonantes (que repercute o som; que faz eco);
- c) sim, podemos detectar as radiações eletromagnéticas utilizando o sentido do olfato, pois a radiação eletromagnética tende a queimar os corpos sobre os quais ela incide;
- d) não, pois não podemos determinar de onde elas procedem. Precisamos primeiro localizar a sua fonte;

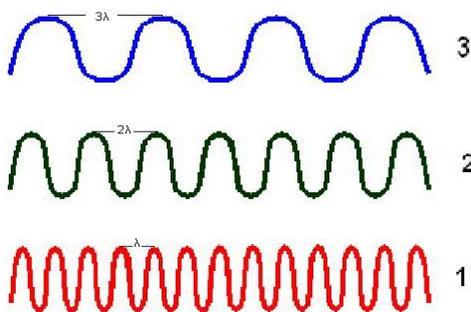
4. A frequência de uma onda eletromagnética pode dar alguma informação sobre a fonte que a emitiu?

- a) não, pois a freqüência depende apenas do meio em que a onda se propaga;

- b) sim, uma vez que a frequência é determinada pela fonte que a emitiu;
- c) não, pois a frequência da onda eletromagnética sempre pode ser transformada por interferência de outras fontes;
- d) sim, devido ao vácuo.

5. Considere a representação esquemática das ondas eletromagnéticas número 1, 2 e 3, com comprimentos de onda, respectivamente, iguais a λ , 2λ e 3λ .

Com base nessas informações, marque a alternativa correta:



- a) A energia de um fóton emitida na região da onda número 3 possui o triplo de energia do que a onda número 1.
- b) Das três ondas representadas, o fóton com maior energia é o da onda número 1.
- c) Como são ondas eletromagnéticas, qualquer fóton emitido teria a mesma energia.
- d) Por se tratar de radiação, qualquer das ondas pode provocar câncer em seres humanos.

6. Em 1895, o físico alemão Wilhelm Conrad Roentgen descobriu os raios X, que são usados principalmente na área médica e industrial. Esses raios são:

- a) radiações formadas por partículas alfa com grande poder de penetração.

- b) radiações formadas por elétrons dotados de grandes velocidades.
- c) ondas eletromagnéticas de frequências maiores que as das ondas ultravioletas.
- d) ondas eletromagnéticas de frequências menores do que as das ondas luminosas.

7. Os raios X (tipo de radiação eletromagnética), utilizados amplamente na Medicina, são prejudiciais à saúde, por quê?

- a) porque os aparelhos que emitem os raios X têm em seu interior elementos químicos radioativos;
- b) porque os raios X atravessam o nosso corpo;
- c) porque a sua radiação é ionizante, ou seja, pode alterar a configuração eletrônica das moléculas que constituem os tecidos vivos;
- d) por que os aparelhos de raios X necessitam de altas-voltagens para funcionar

8. O que você entende por dualidade onda-partícula?

- a) a propriedade das ondas eletromagnéticas de se comportarem como ondas e como partículas, simultaneamente;
- b) a propriedade de uma partícula qualquer ser transformada em uma onda, por ação de radiação qualquer;
- c) é a função do nêutron ao sofrer decaimento radioativo;
- d) são ondas periódicas formadas por um aglomerado de partículas que viajam pelo vácuo.

9. O que você entende por fóton?

- a) partícula subatômica que constitui a luz visível;
- b) pacote de energia bem definida que se propagam no vácuo à 300.000 km/s;
- c) luz emitida por um flash eletrônico;
- d) partículas que provêm de lâmpadas fluorescentes, sem cor definida.

10. O que você entende por “órbitas quantizadas” dos elétrons nos átomos?

- a) significa que há um determinado número inteiro de elétrons que podem participar das variadas órbitas possíveis nos átomos;
- b) significa que as órbitas são na verdade estados de energia bem definidos, onde existe uma probabilidade de se encontrar elétrons;
- c) que é possível contar as camadas eletrônicas dos átomos;
- d) são órbitas dos elétrons, em torno do núcleo, que possuem um número inteiro de energia cinética de translação;

11. A radiação eletromagnética produzida por todos os aparelhos eletrônicos são inofensivos à saúde humana?

- a) sim, pois todos os aparelhos eletrônicos disponíveis são criteriosamente analisados antes de serem colocados no mercado;
- b) sim, pois todos os aparelhos utilizados oferecem uma blindagem eficiente às radiações nocivas;
- c) não, pois dependendo do aparelho a radiação emitida pode ser ionizante, prejudicando assim a saúde humana;
- d) não, uma vez que sendo uma radiação eletromagnética há sempre perigo da exposição a essa radiação.

12. Um átomo excitado emite energia, muitas vezes em forma de luz visível, porque:

- a) um de seus elétrons foi arrancado do átomo.
- b) um dos elétrons desloca-se para níveis de energia mais baixos, aproximando-se do núcleo.
- c) um dos elétrons desloca-se para níveis de energia mais altos, afastando-se do núcleo.
- d) os elétrons se transformam em luz, segundo Einstein.

13. O efeito fotoelétrico é um fenômeno pelo qual:

- a) elétrons são arrancados de certas superfícies quando há incidência de luz sobre elas.
- b) as lâmpadas incandescentes comuns emitem um brilho forte.
- c) as correntes elétricas podem emitir luz.
- d) as correntes elétricas podem ser fotografadas.

QUESTIONÁRIO DE OPINIÃO

Universidade de Brasília

PPGEC – Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências

Mestrado Profissional em Ensino de Física

Pesquisa Educacional

Responsável: Rodrigo Dutra Silveira Monteiro

Orientadora: Prof^a Dr^a Maria da Silva de Fátima Verdeaux

Centro Educacional 01 Riacho Fundo 1, DRE Núcleo Bandeirante

*O objetivo deste questionário é o de colher a opinião dos estudantes quanto às aulas sobre radiações eletromagnéticas. Utilize o seguinte código para assinalar a afirmativa de sua escolha.

CP –Concordo Plenamente

C – Concordo

NO – Não tenho Opinião ou estou indeciso

D – Discordo

DT – Discordo Totalmente

1. As aulas não estimularam o interesse pela matéria.

CP	C	NO	D	DT
----	---	----	---	----

2. O professor foi pouco didático.

CP	C	NO	D	DT
----	---	----	---	----

3. Os conteúdos foram abordados de forma interessante.

CP	C	NO	D	DT
----	---	----	---	----

4. Foram estabelecidas relações entre teoria e prática.

CP	C	NO	D	DT
----	---	----	---	----

5. Aliar o conteúdo das radiações com a Física Moderna e Atividade Pericial foi interessante.

CP	C	NO	D	DT
----	---	----	---	----

6. Você recomendaria esta abordagem para outras turmas.

CP	C	NO	D	DT
----	---	----	---	----

7. Foram relacionados conteúdos com outras disciplinas.

CP	C	NO	D	DT
----	---	----	---	----

8. O professor se mostrou motivado durante as aulas.

CP	C	NO	D	DT
----	---	----	---	----

9. O conteúdo tem relação com o cotidiano.

CP	C	NO	D	DT
----	---	----	---	----

10. Houve engrandecimento do seu conhecimento científico.

CP	C	NO	D	DT
----	---	----	---	----

11. Passei a me interessar por Física Moderna.

CP	C	NO	D	DT
----	---	----	---	----

12. Acredito que compreendi melhor os conceitos físicos relacionados.

CP	C	NO	D	DT
----	---	----	---	----

13. Assisti a maior parte das aulas com interesse.

CP	C	NO	D	DT
----	---	----	---	----

14. Consegui entender o conteúdo, mesmo não tendo efetuado cálculos.

CP	C	NO	D	DT
----	---	----	---	----

15. Prefiro aprender no modo “tradicional”.

CP	C	NO	D	DT
----	---	----	---	----

16. O uso de aplicativos computacionais não foi válido

CP	C	NO	D	DT
----	---	----	---	----

Poderia destacar aspectos positivos, quanto à forma do professor tentar tornar o conteúdo das radiações interessante, através de aspectos relacionados à Física Moderna e Atividade Pericial? _____

Poderia destacar aspectos negativos, quanto à forma do professor tentar tornar o conteúdo das radiações interessante, através de aspectos relacionados à Física Moderna e a Atividade Pericial? _____

O pré-teste e o pós-teste são idênticos, compostos de 13 questões de múltipla escolha, cada uma com 4 (quatro) respostas, sendo 1 (uma) correta, destacada no texto, e 3 (três) incorretas. A quantidade de questões foi escolhida de modo a permitir avaliar todos os temas abordados de forma direta, e algumas extrapolações do tema. Para cada questão foi elaborado um gráfico contendo a comparação entre as respostas do pré e do pós-teste.

Para analisar os dados fizemos um comparativo entre os resultados do pré e do pós-teste. Através da comparação das notas do pré-teste com as do pós-teste é possível descobrir se a formação foi bem sucedida em aumentar o conhecimento dos participantes sobre o conteúdo da formação. A falta de variação no conhecimento pode indicar tanto uma pergunta mal formulada quanto uma fraqueza no currículo. Se as notas dos pré-testes forem muito altas, indica que haverá pouco espaço para medir, no pós-teste, o conhecimento adquirido. Se houver perguntas que muitos participantes erraram, tanto no pré quanto no pós-teste, é necessário considerar ajustes no currículo para fortalecer conteúdos fracos ou pouco claros.

As questões dos testes envolvem conceitos de Física Clássica e Física Moderna relativos ao tema “Radiação Eletromagnética”, sem relação de aplicação à atividade policial ou pericial, ou seja, os estudantes não seriam obrigados a conhecer nada além dos temas abordados nas aulas de Física, não havia pré-requisitos além desses. Fazemos a análise pormenorizada dos resultados obtidos. Apresentamos, a seguir, na forma de gráficos de barras, os resultados obtidos. Cada gráfico teve a escala ajustada automaticamente para que o traço do gráfico ocupe a maior região possível, mas em todas as questões, o número de participantes foi o mesmo, qual seja, os 30 selecionados.

5.1 – O pré-teste e o pós-teste

1. O que você entende por radiação eletromagnética?

a) espécie de veneno que é emitido pelos materiais “radioativos”;

b) a ação de rádio-amadores;

c) onda eletromagnética que se propaga no vácuo, com velocidade de 300.000 km/s;

d) propriedade de transmitir informações, por qualquer forma de transmissão.

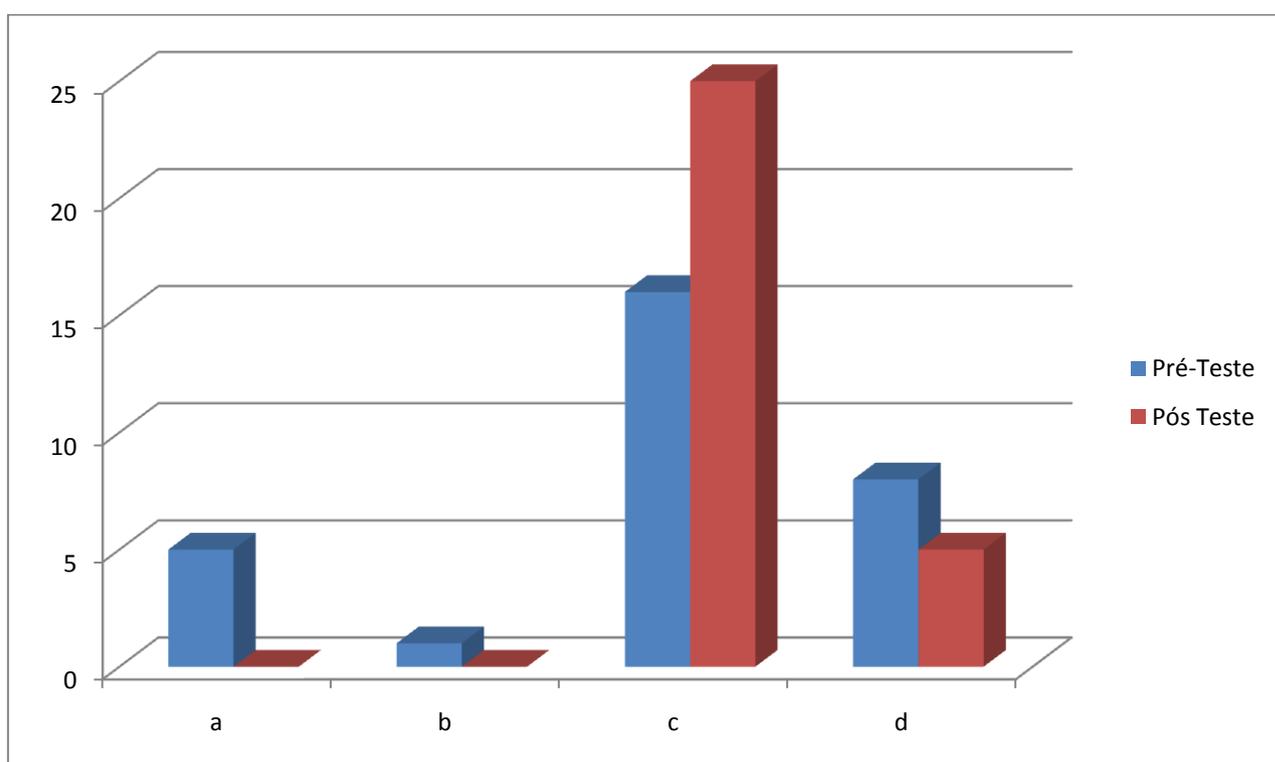


Figura 57 - Respostas da questão “O que você entende por radiação eletromagnética?”

Na primeira questão, apesar de termos um pouco mais de 53% de acertos acerca do conceito de radiação eletromagnética, houve um salto considerável de desempenho, para algo em torno de 83,3% de aproveitamento, o que nos leva a crer que o conceito de Radiação Eletromagnética ficou mais bem esclarecido para a turma do que era antes. Esses percentuais foram obtidos através da fração entre a quantidade de respostas obtidas no item C no pré e no pós-teste – 16 (dezesseis) e 25 (vinte e cinco), respectivamente – pela quantidade de respostas total, que foi 30 (trinta).

2. O que você entende por espectro eletromagnético?

a) forma de ser que pode atravessar obstáculos;

b) conjunto de frequências das ondas eletromagnéticas;

c) faixa determinada de frequência das ondas de rádio AM;

d) meio por onde se propagam as ondas eletromagnéticas;

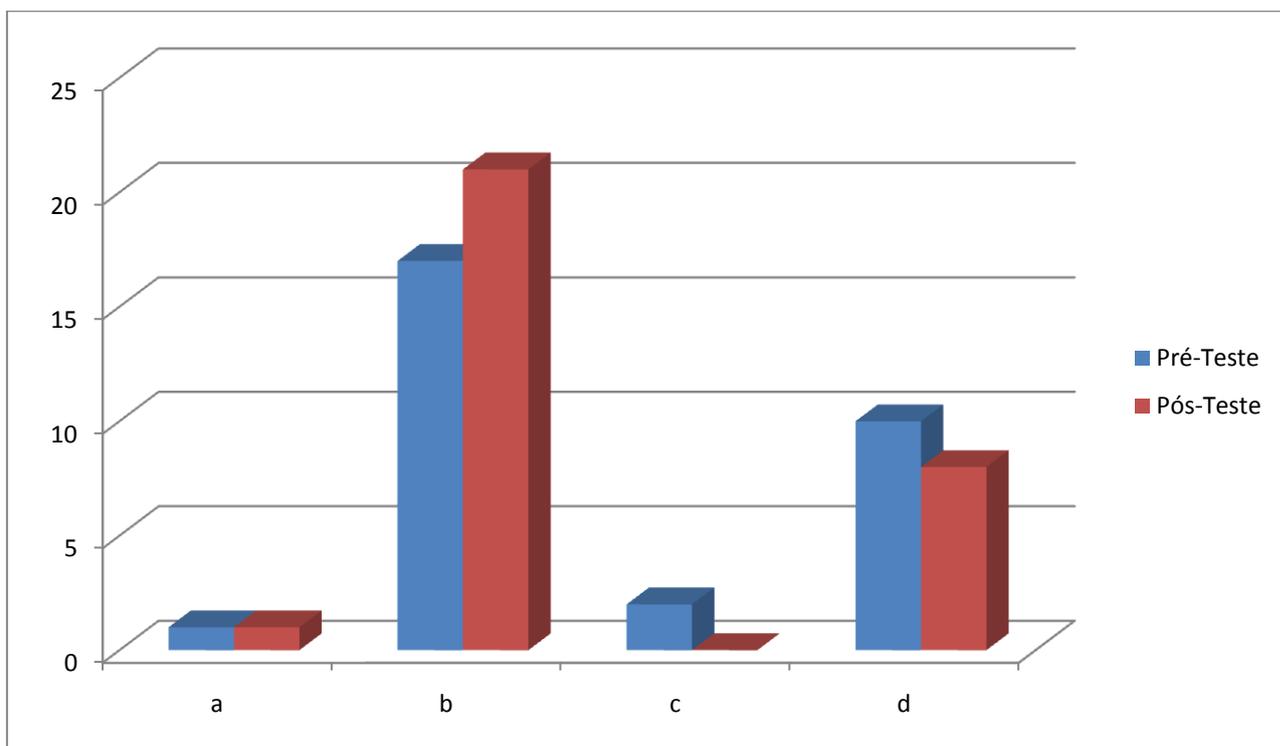


Figura 58 - Respostas da questão "O que você entende por espectro eletromagnético?"

Essa questão apresentou um aproveitamento inicial maior em relação a primeira (56,6%), e um aumento de desempenho mais modesto, saltando para 70% no fim. O aumento, apesar de mais modesto, ainda pode ser considerado bem sucedido, mas demonstra que o conceito de Espectro Eletromagnético merece maior atenção. Esses percentuais foram obtidos através da fração entre a quantidade de respostas obtidas no item B no pré e no pós-teste – 17 (dezessete) e 21 (vinte e um), respectivamente – pela quantidade de respostas total, que foi 30 (trinta).

3. Existe alguma forma de se detectar uma radiação eletromagnética, sem o uso de aparelhos eletrônicos?

a) sim, dependendo da frequência da radiação a ser detectada;

b) não, radiação eletromagnética necessita de aparelhos elétricos ressonantes (que repercute o som; que faz eco);

c) sim, podemos detectar as radiações eletromagnéticas utilizando o sentido do olfato, pois a radiação eletromagnética tende a queimar os corpos sobre os quais ela incide;

d) não, pois não podemos determinar de onde elas procedem. Precisamos primeiro localizar a sua fonte;

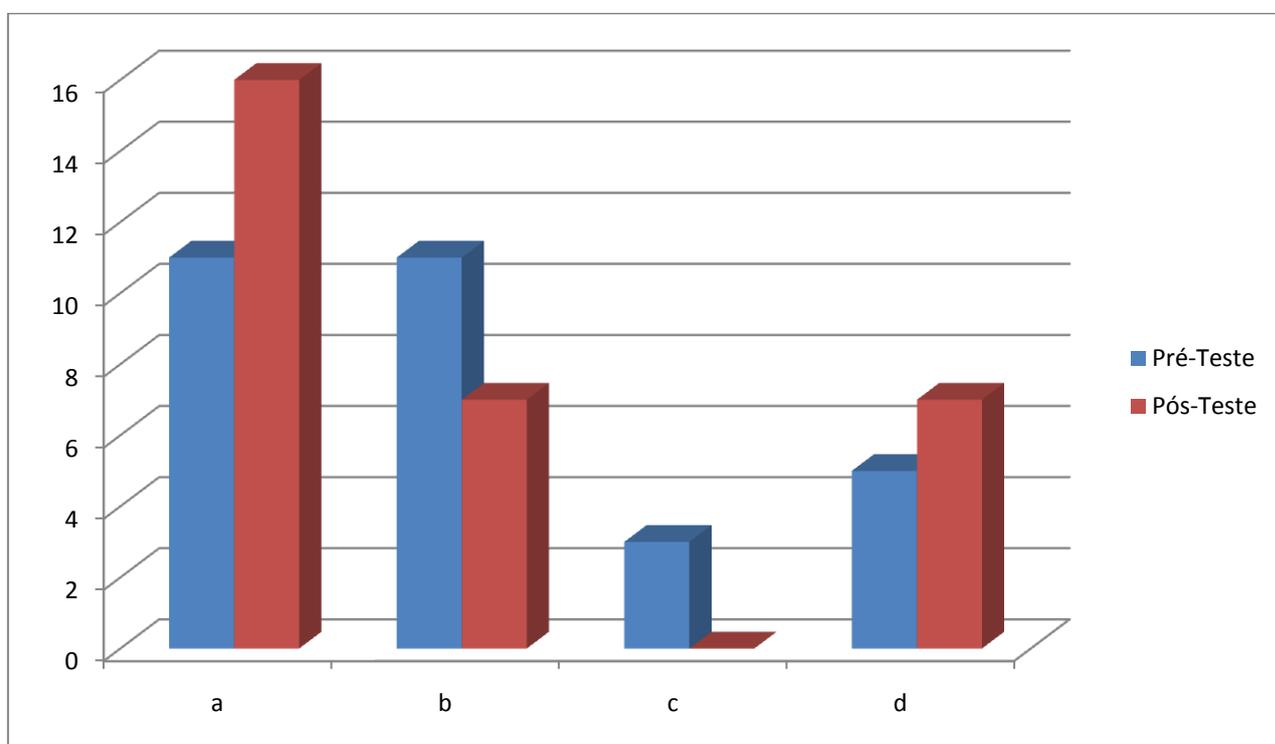


Figura 59 - Respostas da questão “Existe alguma forma de se detectar uma radiação eletromagnética, sem o uso de aparelhos eletrônicos?”

Na questão de número 3 percebemos um aumento de aproveitamento, saltando de 36,6% para 53,3% de acertos. O tema de detecção de radiação eletromagnética não foi tratado diretamente, e o aumento do percentual de acertos demonstra que foi assimilado que a luz visível e o infravermelho, por exemplo, são radiações que podem ser detectados apenas com os nossos sentidos, sem necessidade de aparatos. Esses percentuais

foram obtidos através da fração entre a quantidade de respostas obtidas no item A no pré e no pós-teste – 11 (onze) e 16 (dezesseis), respectivamente – pela quantidade de respostas total, que foi 30 (trinta).

4. A frequência de uma onda eletromagnética pode dar alguma informação sobre a fonte que a emitiu?

a) não, pois a frequência depende apenas do meio em que a onda se propaga;

b) sim, uma vez que a frequência é determinada pela fonte que a emitiu;

c) não, pois a frequência da onda eletromagnética sempre pode ser transformada por interferência de outras fontes;

d) sim, devido ao vácuo.

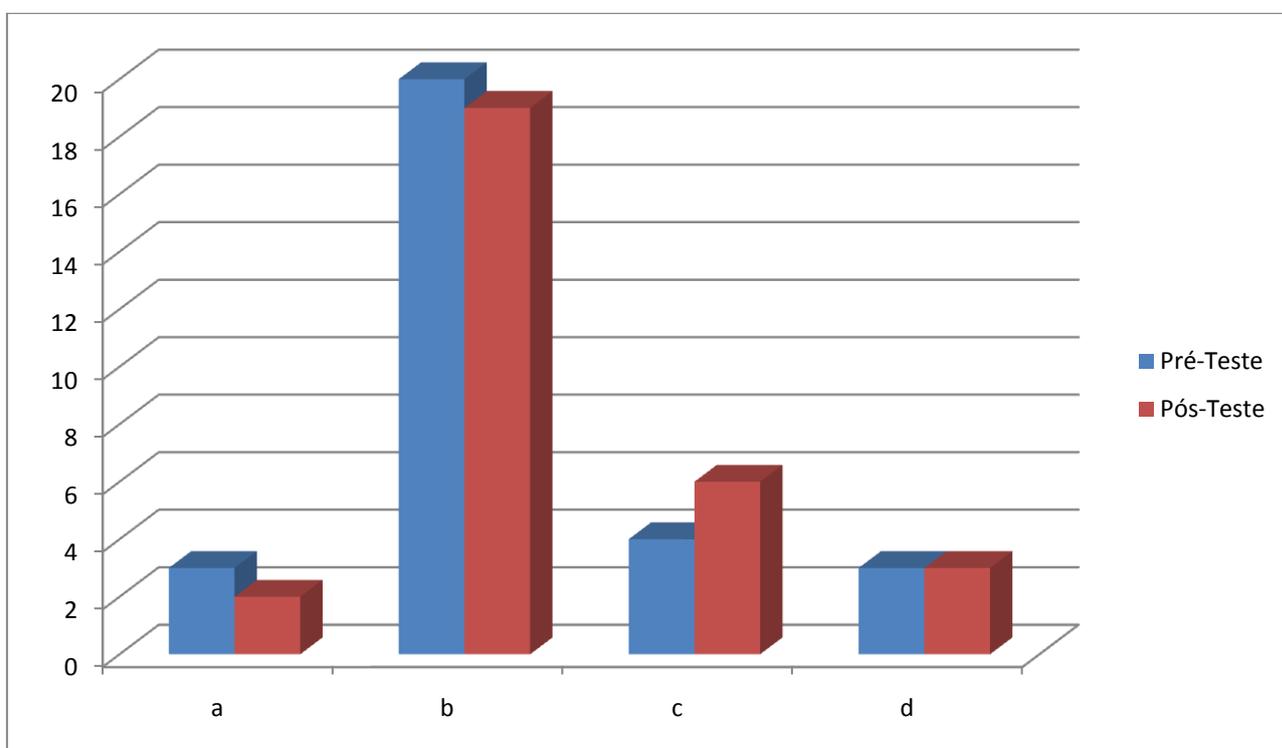
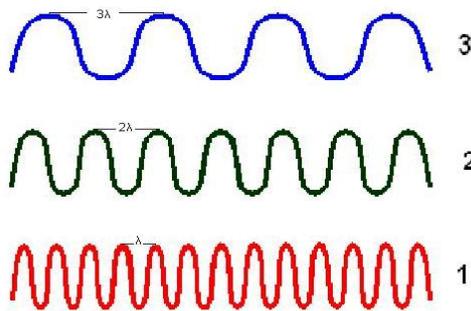


Figura 60 - Respostas da questão “A frequência de uma onda eletromagnética pode dar alguma informação sobre a fonte que a emitiu?”

A questão 4 apontou um decréscimo do índice de acertos, caindo de 66,6% para 63,3%. O decréscimo foi pequeno, mas ainda assim, foi um decréscimo, o que indica, em primeira análise, que os conceitos de radiação e a relação dela com a fonte não foram aprimorados. Esse tema não foi trabalhado, portanto, seria necessário que os estudantes fizessem suas próprias inferências sobre a relação das radiações com suas fontes. Como o

desempenho no pré-teste foi razoavelmente elevado e a queda não foi considerável, podemos considerar como natural esse resultado. Esses percentuais foram obtidos através da fração entre a quantidade de respostas obtidas no item B no pré e no pós-teste – 20 (vinte) e 19 (dezenove), respectivamente – pela quantidade de respostas total, que foi 30 (trinta).

5.



Considere a representação esquemática das ondas eletromagnéticas número 1, 2 e 3, com comprimentos de onda, respectivamente, iguais a λ , 2λ e 3λ . Com base nessas informações, marque a alternativa correta:

- a) A energia de um fóton emitida na região da onda número 3 possui o triplo de energia do que a onda número 1.
- b) Das três ondas representadas, o fóton com maior energia é o da onda número 1.**
- c) Como são ondas eletromagnéticas, qualquer fóton emitido teria a mesma energia.
- d) Por se tratar de radiação, qualquer das ondas pode provocar câncer em seres humanos.

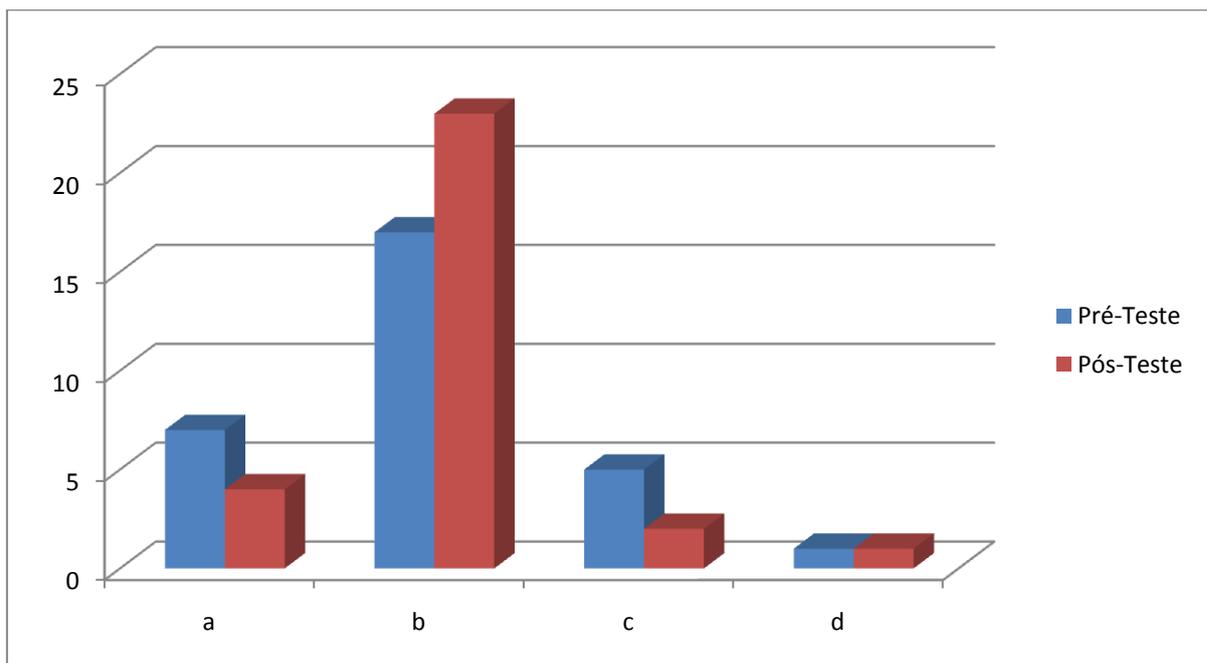


Figura 61 - Respostas da questão “Com base nessas informações, marque a alternativa correta”

Essa questão apontou, novamente, um maior sucesso no pós-teste em relação ao pré-teste, saltando de um percentual de sucesso igual a 56,6% para 76,6%. O aumento satisfatório indica que a relação entre a energia da onda e o comprimento de onda ficou mais bem esclarecida. Esses percentuais foram obtidos através da fração entre a quantidade de respostas obtidas no item B no pré e no pós-teste – 17 (dezesete) e 23 (vinte e três), respectivamente – pela quantidade de respostas total, que foi 30 (trinta).

6. Em 1895, o físico alemão Wilhelm Conrad Roentgen descobriu os raios X, que são usados principalmente na área médica e industrial. Esses raios são:

a) radiações formadas por partículas alfa com grande poder de penetração.

b) radiações formadas por elétrons dotados de grandes velocidades.

c) ondas eletromagnéticas de frequências maiores que as das ondas ultravioletas.

d) ondas eletromagnéticas de frequências menores do que as das ondas luminosas.

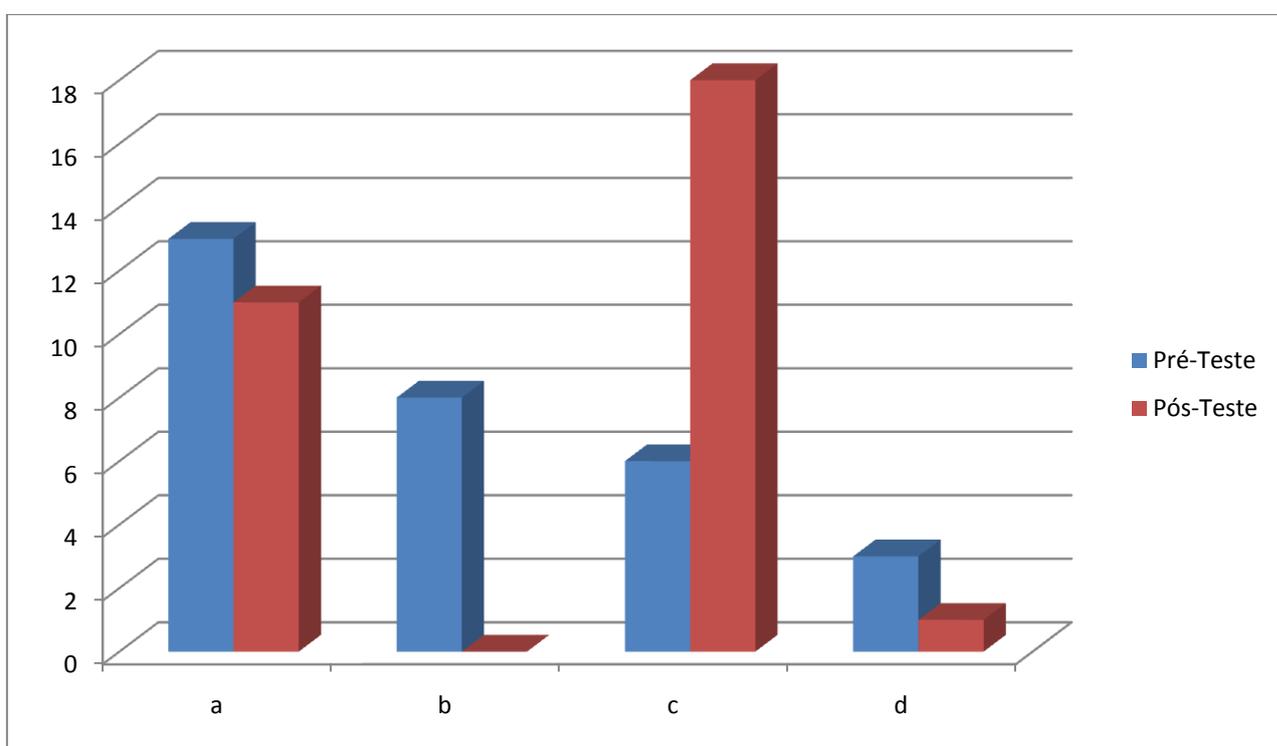


Figura 62 - Respostas da questão “Em 1895, o físico alemão Wilhelm Conrad Roentgen descobriu os raios X, que são usados principalmente na área médica e industrial. Esses raios são”

Na questão 6 ocorreu um acréscimo considerável no percentual de sucesso, saltando de 20% para 60% de acertos, o que mostra um aumento grande na compreensão do espectro eletromagnético e da distribuição de frequências nele. Esses percentuais foram obtidos através da fração entre a quantidade de respostas obtidas no item C no pré e no pós-teste – 6 (seis) e 18 (dezoito), respectivamente – pela quantidade de respostas total, que foi 30 (trinta).

7. Os raios X (tipo de radiação eletromagnética), utilizados amplamente na Medicina, são prejudiciais à saúde, por quê?

a) porque os aparelhos que emitem os raios X têm em seu interior elementos químicos radioativos;

b) porque os raios X atravessam o nosso corpo;

c) porque a sua radiação é ionizante, ou seja, pode alterar a configuração eletrônica das moléculas que constituem os tecidos vivos;

d) por que os aparelhos de raios X necessitam de altas-voltagens para funcionar

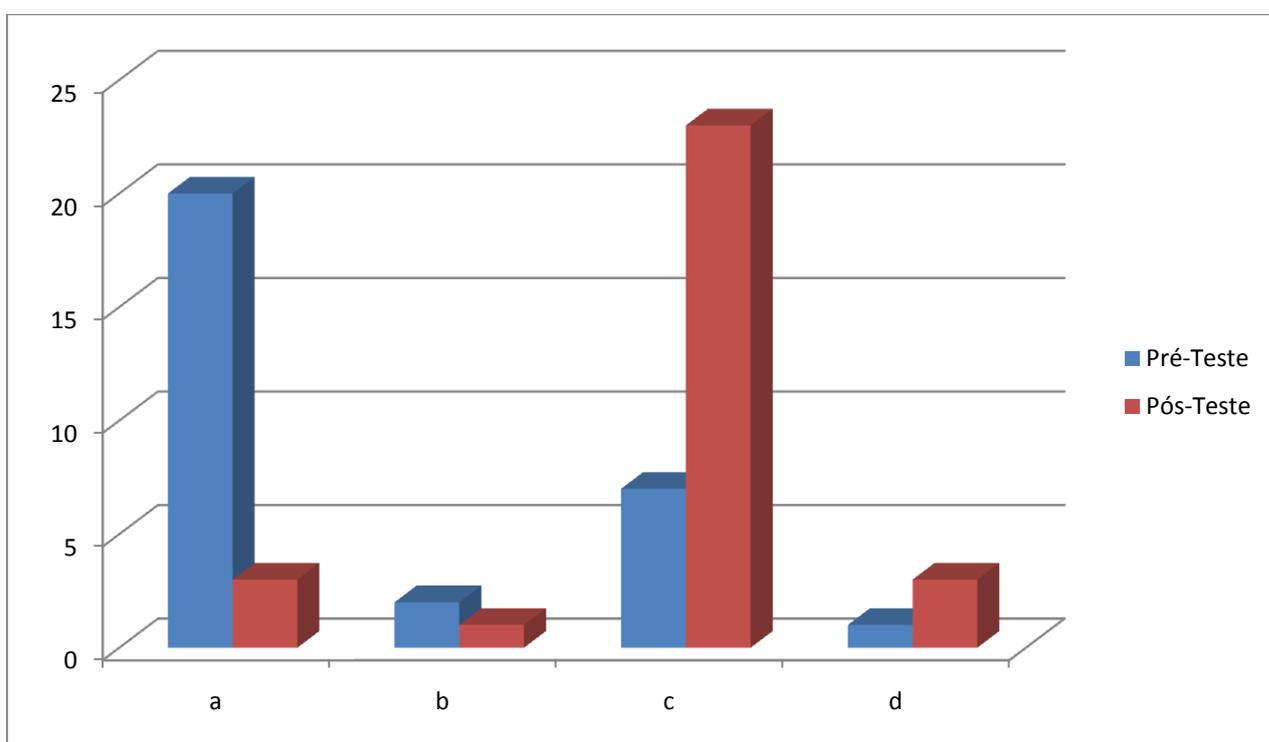


Figura 63 - Respostas da questão “Os raios X (tipo de radiação eletromagnética), utilizados amplamente na Medicina, são prejudiciais à saúde, por quê”

Ainda sobre Raios-X, a questão 7 também demonstrou uma grande evolução na interpretação das frequências de radiação com base em informações físicas, em detrimento do conhecimento intuitivo. A taxa de acerto subiu de 23,3% no pré-teste para 76,6% no pós-teste. Esses percentuais foram obtidos através da fração entre a quantidade de respostas obtidas no item C no pré e no pós-teste – 7 (sete) e 23 (vinte e três), respectivamente – pela quantidade de respostas total, que foi 30 (trinta).

8. O que você entende por dualidade onda-partícula?

a) a propriedade das ondas eletromagnéticas de se comportarem como ondas e como partículas, simultaneamente;

b) a propriedade de uma partícula qualquer ser transformada em uma onda, por ação de radiação qualquer;

c) é a função do nêutron ao sofrer decaimento radioativo;

d) são ondas periódicas formadas por um aglomerado de partículas que viajam pelo vácuo.

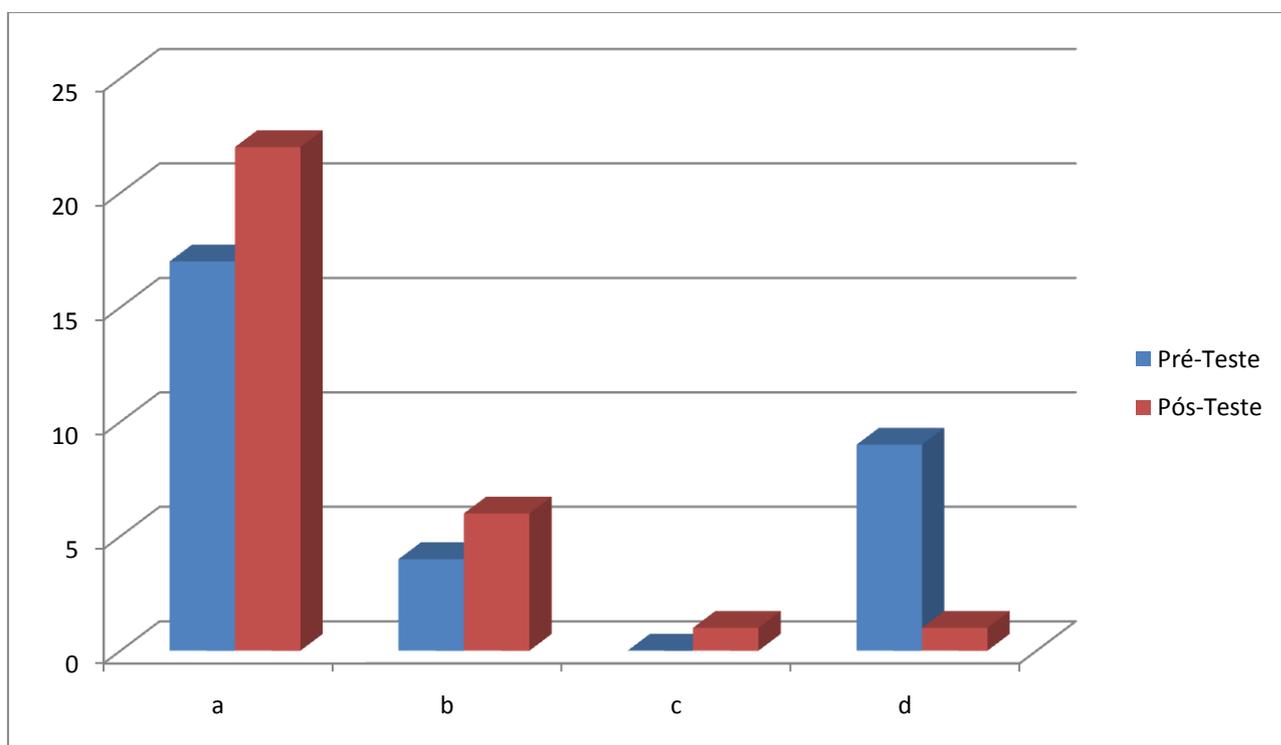


Figura 64 - Respostas da questão "O que você entende por dualidade onda-partícula?"

Essa questão, que já envolve conceitos de Física Moderna, teve uma taxa razoavelmente alta de acertos já no pré-teste, no entanto, ainda pudemos notar uma evolução, saltando de 56,6% para 73,3% de sucesso. No entanto, uma assertiva em especial também sofreu acréscimo, saltando de 13,3% para 20%, o que indica que precisa haver maior preocupação na explanação dos conceitos de dualidade onda partícula, o que fica mais claro ainda na questão seguinte. Esses percentuais foram obtidos através da fração entre a quantidade de respostas obtidas no item A e D no pré e no pós-teste –

17 (dezesete) e 22 (vinte e dois), e 1 (um) e 9 (nove) respectivamente – pela quantidade de respostas total, que foi 30 (trinta).

9. O que você entende por fóton?

a) partícula subatômica que constitui a luz visível;

b) pacote de energia bem definido que se propaga no vácuo à 300.000 km/s;

c) luz emitida por um flash eletrônico;

d) partículas que provêm de lâmpadas fluorescentes, sem cor definida.

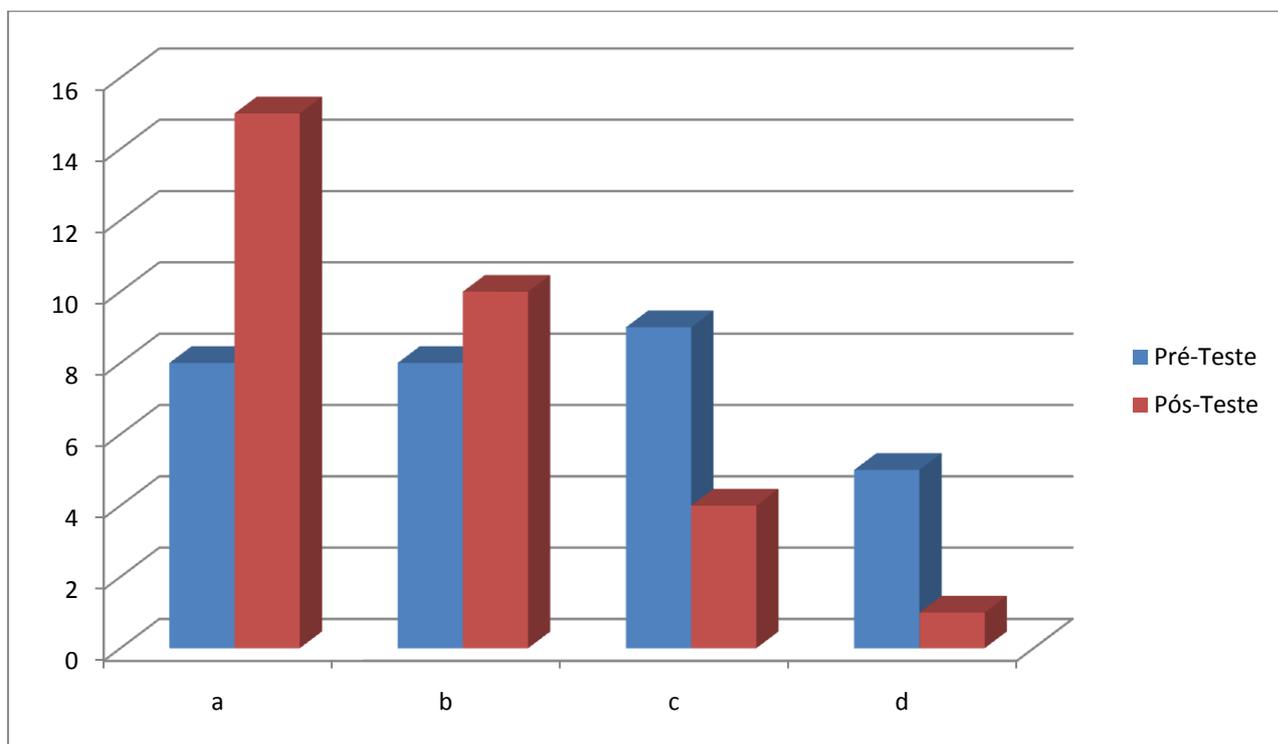


Figura 65 - Respostas da questão "O que você entende por fóton?"

A preocupação com a dualidade onda-partícula fica muito clara no resultado da questão 9. A resposta esperada foi marcada 26,6% do total de respostas no pré-teste, evoluindo para 33,3% no pós-teste. Apesar da pequena evolução, o mais visível nessa questão foi a evolução da quantidade de respostas afirmando que o fóton é uma partícula subatômica que constitui a luz visível, alternativa que no pré-teste obteve os mesmos 26,6% no pré-teste, subindo para notórios 50% no pós-teste. Isso indica que houve a assimilação de que a luz possui uma característica corpuscular, no entanto, ocorreu uma confusão sobre os conceitos de ter característica corpuscular e ser, de fato, uma partícula. Tais conceitos merecem especial atenção. Esses percentuais foram obtidos através da fração entre a quantidade de respostas obtidas no item B e A no pré e no pós-teste – 8 (oito) e 10 (dez), e 8 (oito) e 15 (quinze), respectivamente – pela quantidade de respostas total, que foi 30 (trinta).

10. O que você entende por “órbitas quantizadas” dos elétrons nos átomos?

a) significa que há um determinado número inteiro de elétrons que podem participar das variadas órbitas possíveis nos átomos;

b) significa que as órbitas são na verdade estados de energia bem definidos, onde existe uma probabilidade de se encontrar elétrons;

c) que é possível contar as camadas eletrônicas dos átomos;

d) são órbitas dos elétrons, em torno do núcleo, que possuem um número inteiro de energia cinética de translação;

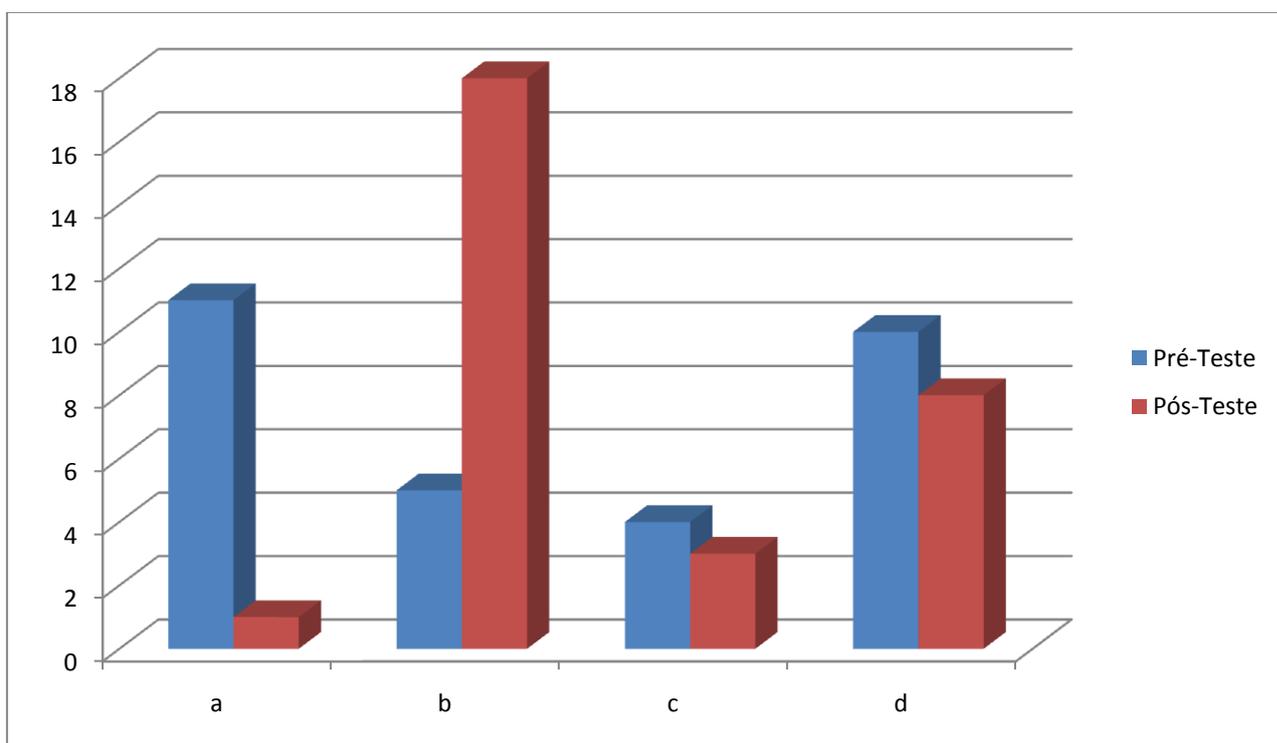


Figura 66 - Respostas da questão “O que você entende por “órbitas quantizadas” dos elétrons nos átomos?”

A questão 10 demonstrou satisfatória evolução no conceito de órbitas quantizadas, pois a taxa de acerto subiu de modestos 16,6% para 60%, demonstrando que não havia quase nenhuma informação prévia sobre quantização de órbitas eletrônicas, passando para um grau razoável de compreensão do conceito. Esses percentuais foram obtidos através da fração entre a quantidade de respostas obtidas no item B no pré e no pós-teste – 5 (cinco) e 18 (dezoito), respectivamente – pela quantidade de respostas total, que foi 30 (trinta).

11. A radiação eletromagnética produzida por todos os aparelhos eletrônicos são inofensivos à saúde humana?

a) sim, pois todos os aparelhos eletrônicos disponíveis são criteriosamente analisados antes de serem colocados no mercado;

b) sim, pois todos os aparelhos utilizados oferecem uma blindagem eficiente às radiações nocivas;

c) não, pois dependendo do aparelho a radiação emitida pode ser ionizante, prejudicando assim a saúde humana;

d) não, uma vez que sendo uma radiação eletromagnética há sempre perigo da exposição a essa radiação.

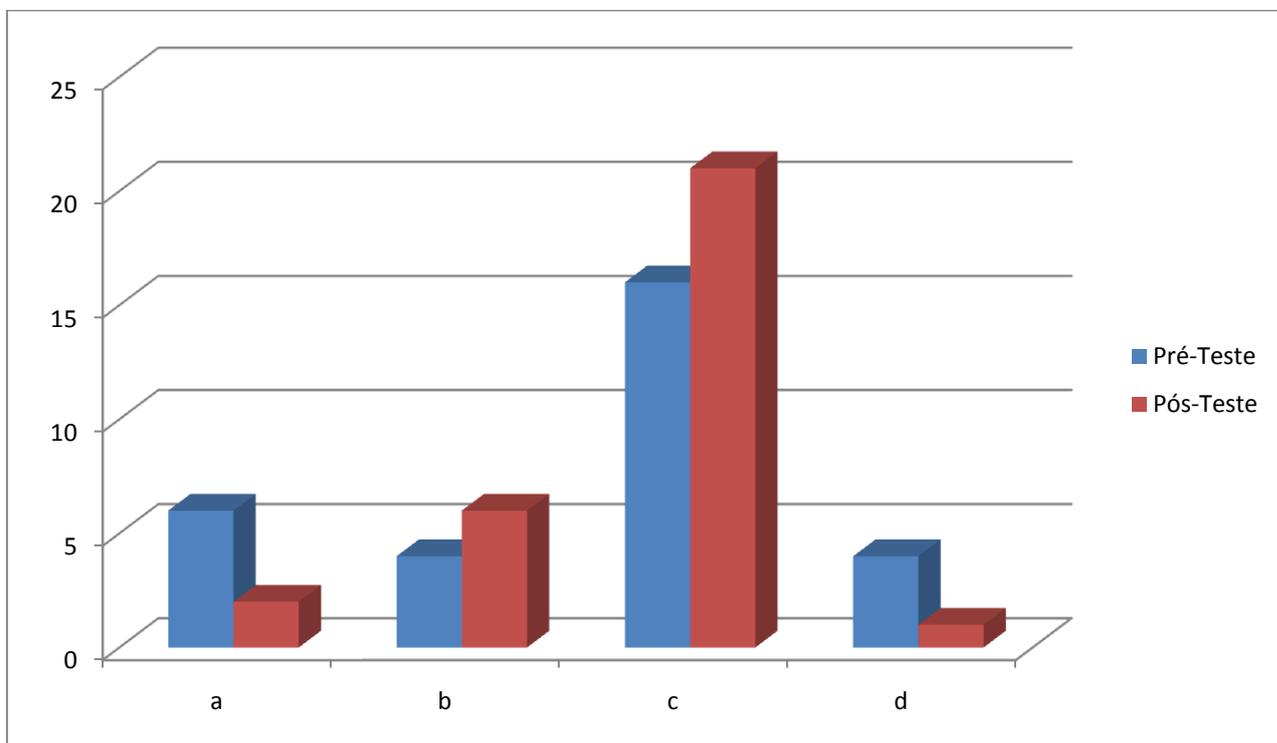


Figura 67 - Respostas da questão "A radiação eletromagnética produzida por todos os aparelhos eletrônicos são inofensivos à saúde humana?"

A questão 11, também não abordada diretamente nas aulas, demonstrou a capacidade de extrapolação dos conceitos para o cotidiano, pois a questão da radiação dos aparelhos eletrônicos teve um acréscimo de aproveitamento, subindo de 53,3% para 70%. Esses percentuais foram obtidos através da fração entre a quantidade de respostas obtidas no item C no pré e no pós-teste – 16 (dezesesseis) e 21 (vinte e um), respectivamente – pela quantidade de respostas total, que foi 30 (trinta).

12. Um átomo excitado emite energia, muitas vezes em forma de luz visível, porque:

a) um de seus elétrons foi arrancado do átomo.

b) um dos elétrons desloca-se para níveis de energia mais baixos, aproximando-se do núcleo.

c) um dos elétrons desloca-se para níveis de energia mais altos, afastando-se do núcleo.

d) os elétrons se transformam em luz, segundo Einstein.

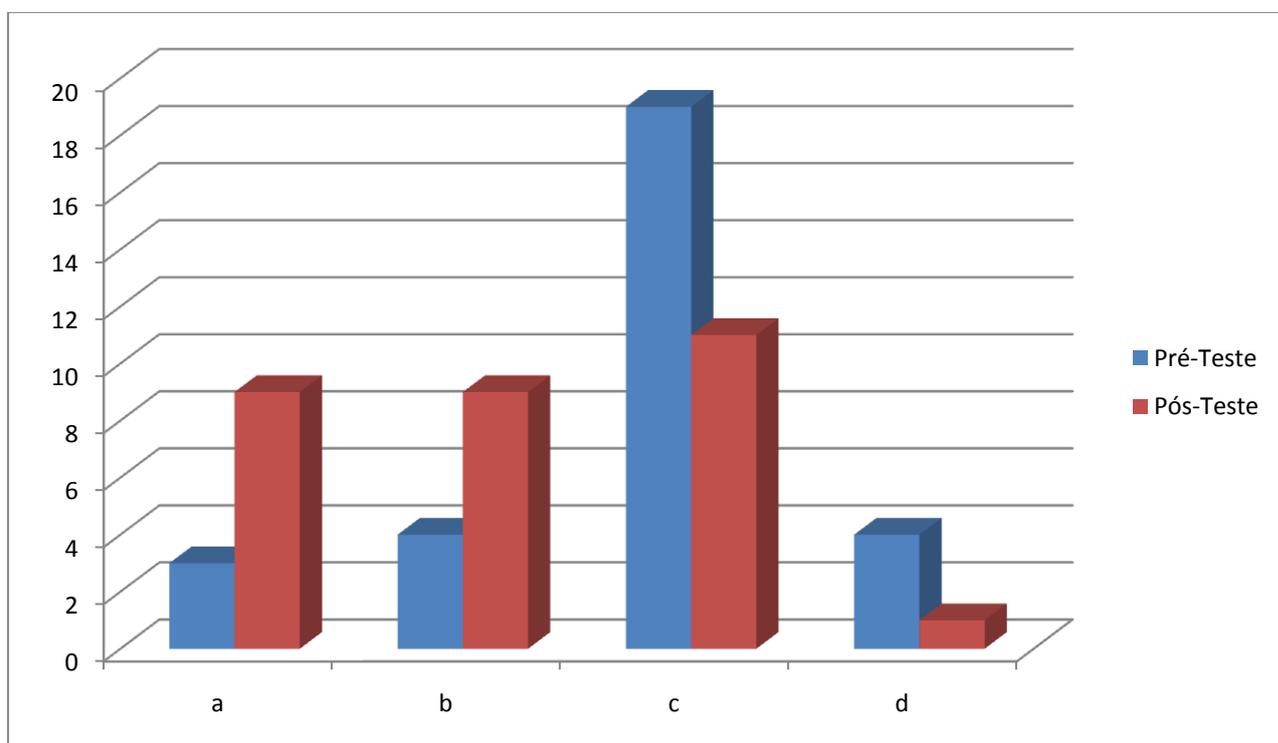


Figura 68 - Respostas da questão “Um átomo excitado emite energia, muitas vezes em forma de luz visível, porque”

Essa questão mostrou outra confusão conceitual, entre excitação e ionização de átomos. A emissão de luz ocorre quando, no decaimento de um átomo excitado, o elétron se desloca para um nível de energia mais baixo, aproximando-se do núcleo. Essa resposta progrediu de 13,3% no pré-teste para 30% no pós-teste. No entanto, o percentual de estudantes que consideraram que esse fenômeno ocorre quando um elétron é arrancado do átomo subiu de 10% para os mesmos 30%, além de um alto índice de estudantes ter considerado que o elétron se desloca para um nível mais alto de energia, se afastando do núcleo. Esses percentuais foram obtidos através da

fração entre a quantidade de respostas obtidas no item B e A no pré e no pós-teste – 4 (quatro) e 9 (nove), e 3 (três) e 9 (nove), respectivamente – pela quantidade de respostas total, que foi 30 (trinta).

13. O efeito fotoelétrico é um fenômeno pelo qual:

a) elétrons são arrancados de certas superfícies quando há incidência de luz sobre elas.

b) as lâmpadas incandescentes comuns emitem um brilho forte.

c) as correntes elétricas podem emitir luz.

d) as correntes elétricas podem ser fotografadas.

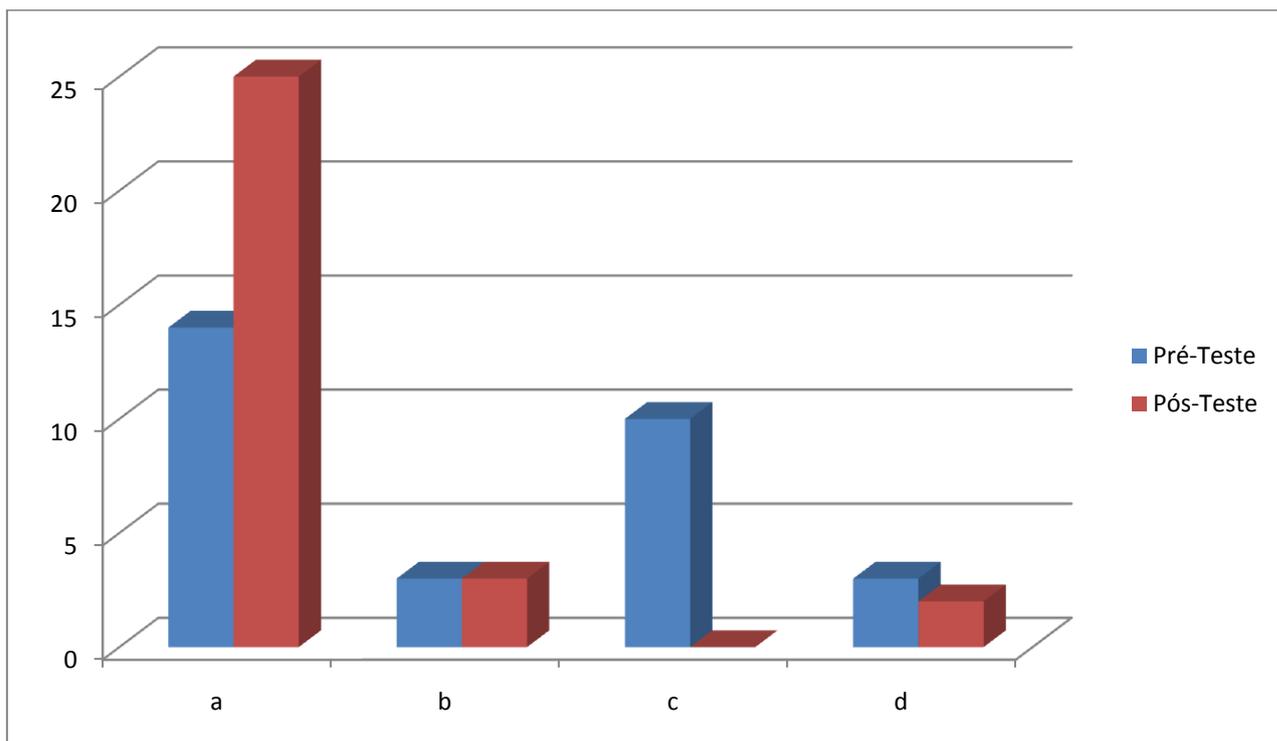


Figura 69 - Respostas da questão "O efeito fotoelétrico é um fenômeno pelo qual"

A questão 13 teve resultado satisfatório, pois o conceito do fenômeno Efeito Fotoelétrico, que no começo pareciam claros apenas para 46,6% dos estudantes, passou a ser mais bem compreendida, obtendo 83,3% de acerto no pós-teste. Esses percentuais foram obtidos através da fração entre a quantidade de respostas obtidas no item A no pré e no pós-teste – 14 (quatorze) e 25 (vinte e cinco), respectivamente – pela quantidade de respostas total, que foi 30 (trinta).

5.2 – Questionário de Opinião

O objetivo deste questionário é o de colher a opinião dos estudantes quanto às aulas sobre radiações eletromagnéticas. Utilize o seguinte código para assinalar a afirmativa de sua escolha.

CP –Concordo Plenamente

C – Concordo

NO – Não tenho Opinião ou estou indeciso

D – Discordo

DT – Discordo Totalmente

1. As aulas não estimularam o interesse pela matéria.

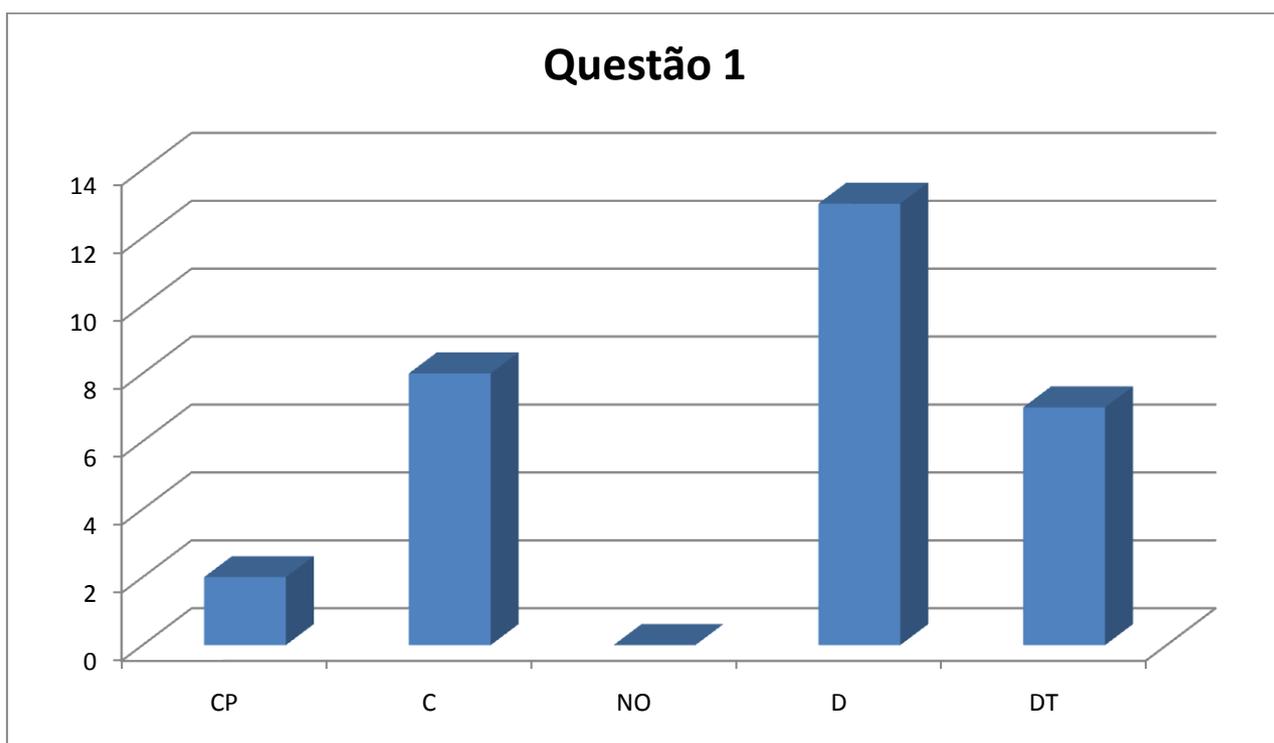


Figura 70 - Gráfico das respostas do questionário de opinião - Questão 1

2. O professor foi pouco didático.

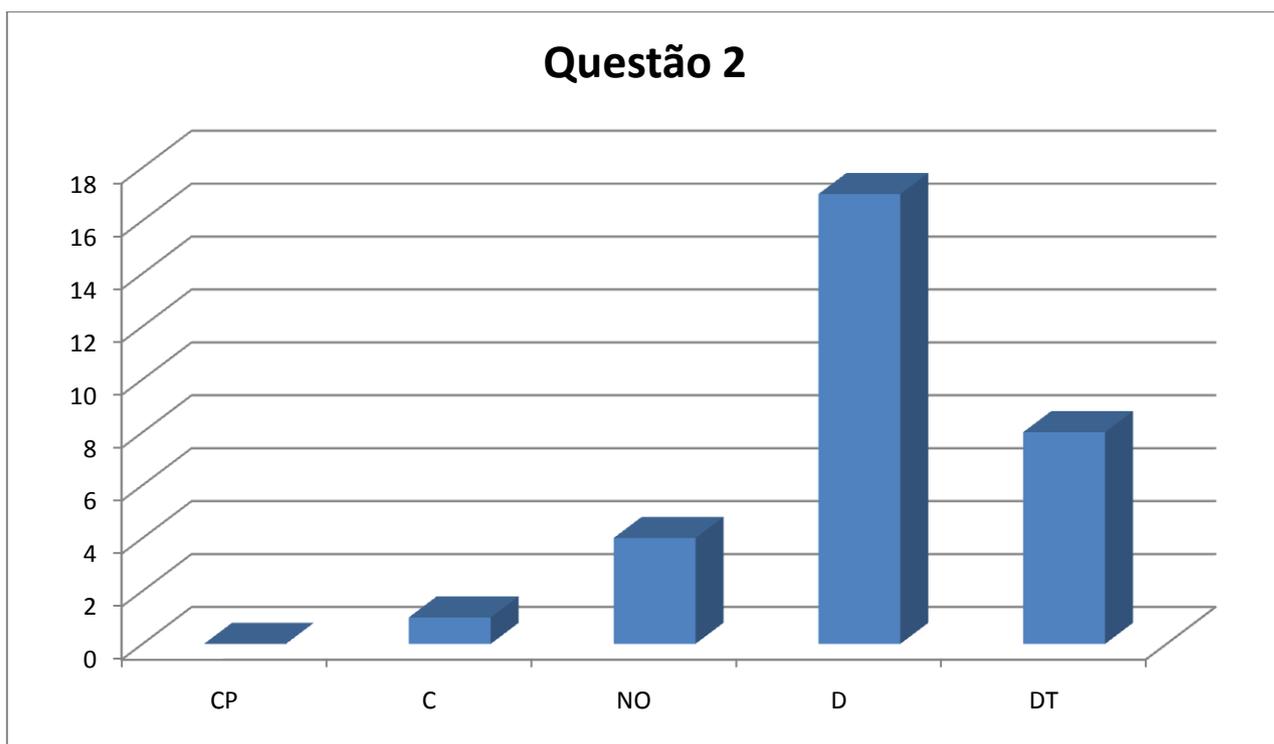


Figura 71 - Gráfico das respostas do questionário de opinião - Questão 2

3. Os conteúdos foram abordados de forma interessante.

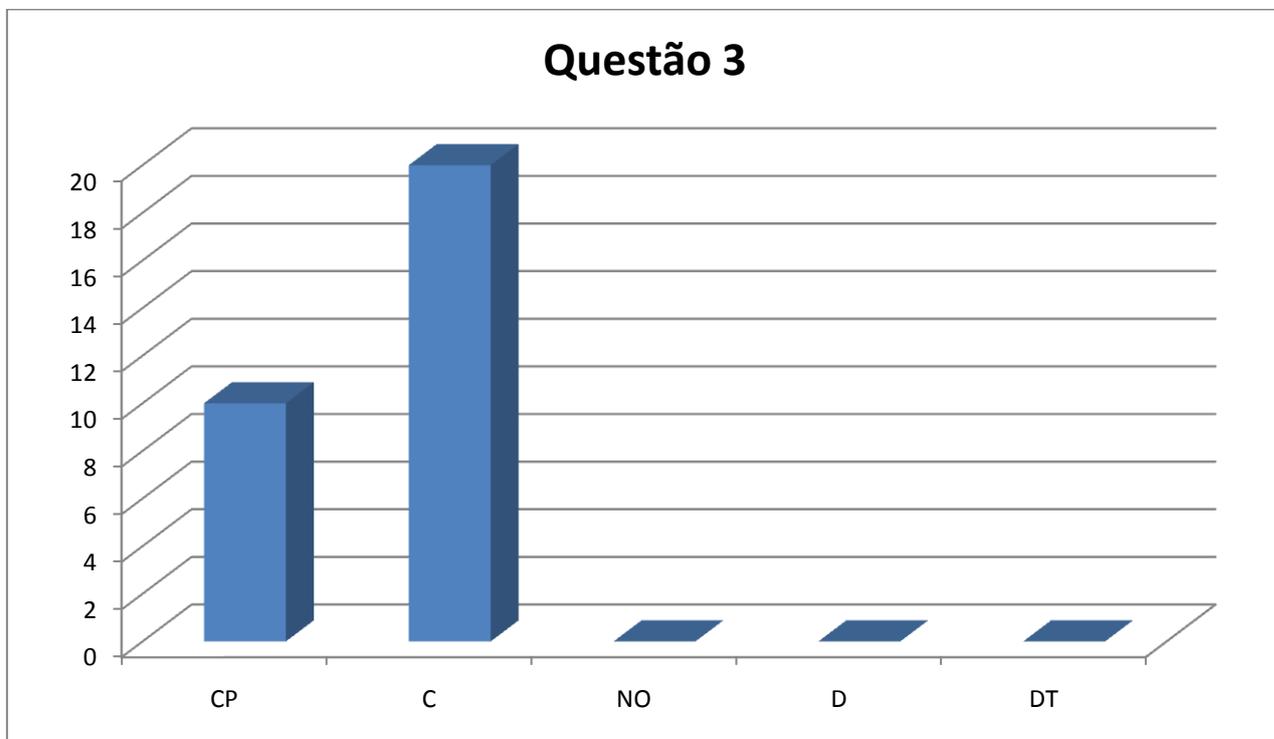


Figura 72 - Gráfico das respostas do questionário de opinião - Questão 3

4. Foram estabelecidas relações entre teoria e prática.

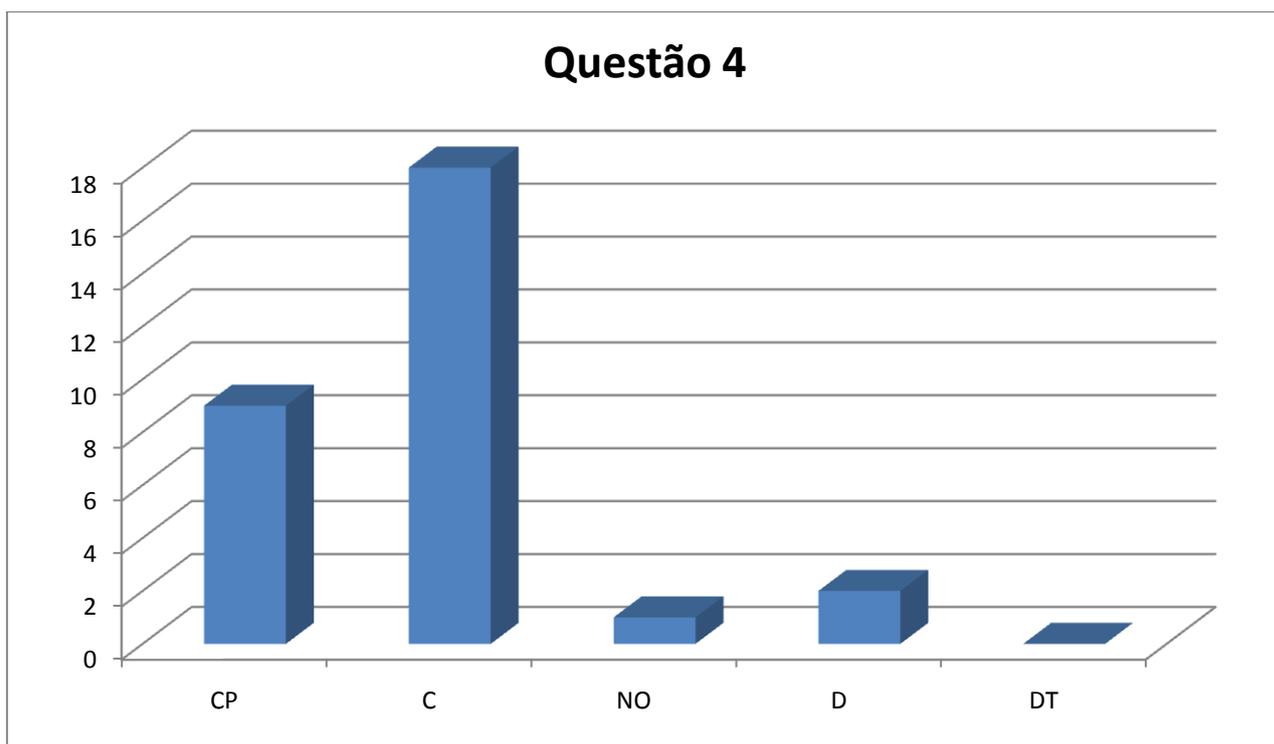


Figura 73 - Gráfico das respostas do questionário de opinião - Questão 4

5. Aliar o conteúdo das radiações com a Física Moderna e Atividade Pericial foi interessante.

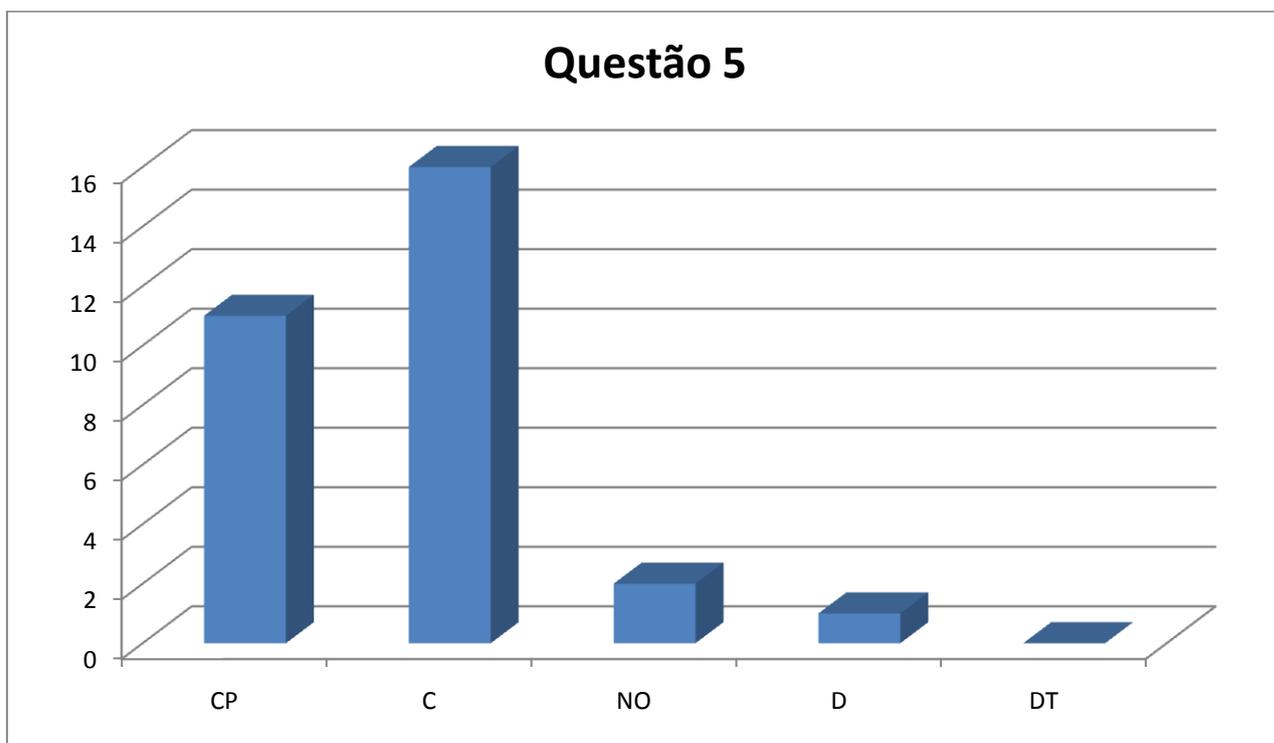


Figura 74 - Gráfico das respostas do questionário de opinião - Questão 5

6. Você recomendaria esta abordagem para outras turmas.

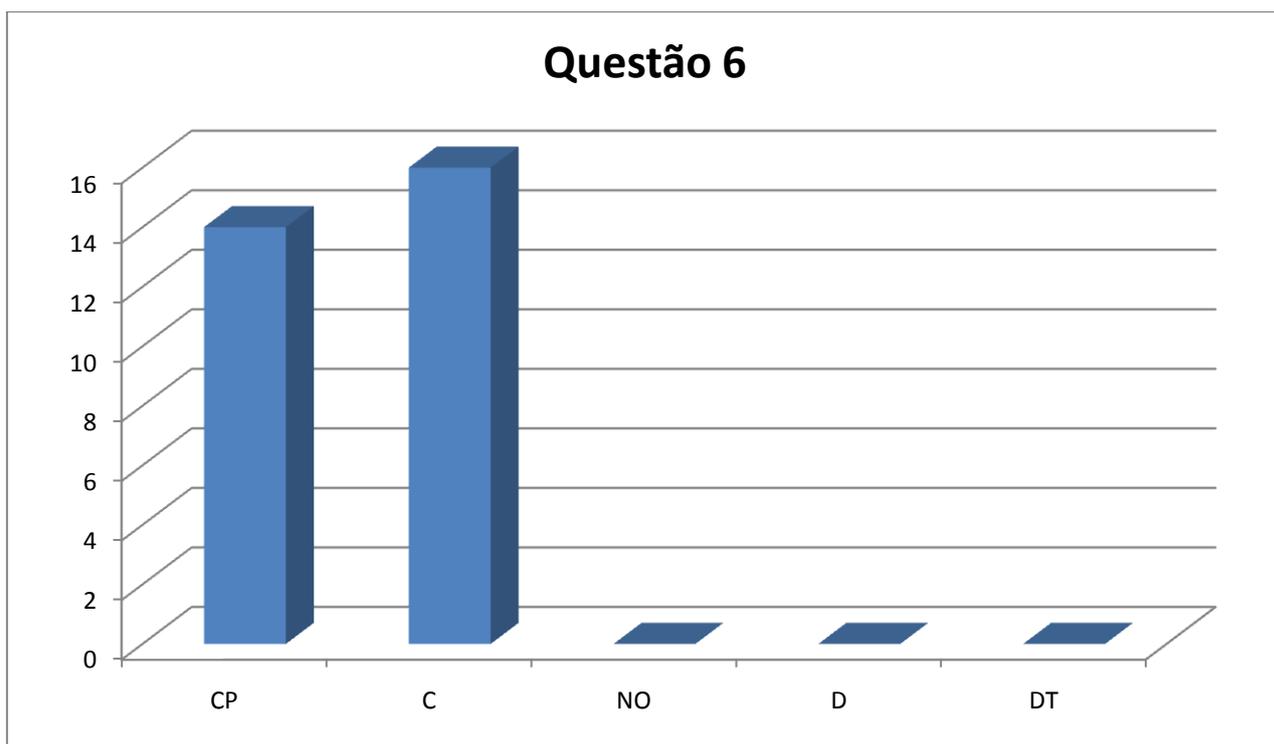


Figura 75 - Gráfico das respostas do questionário de opinião - Questão 6

7. Foram relacionados conteúdos com outras disciplinas.

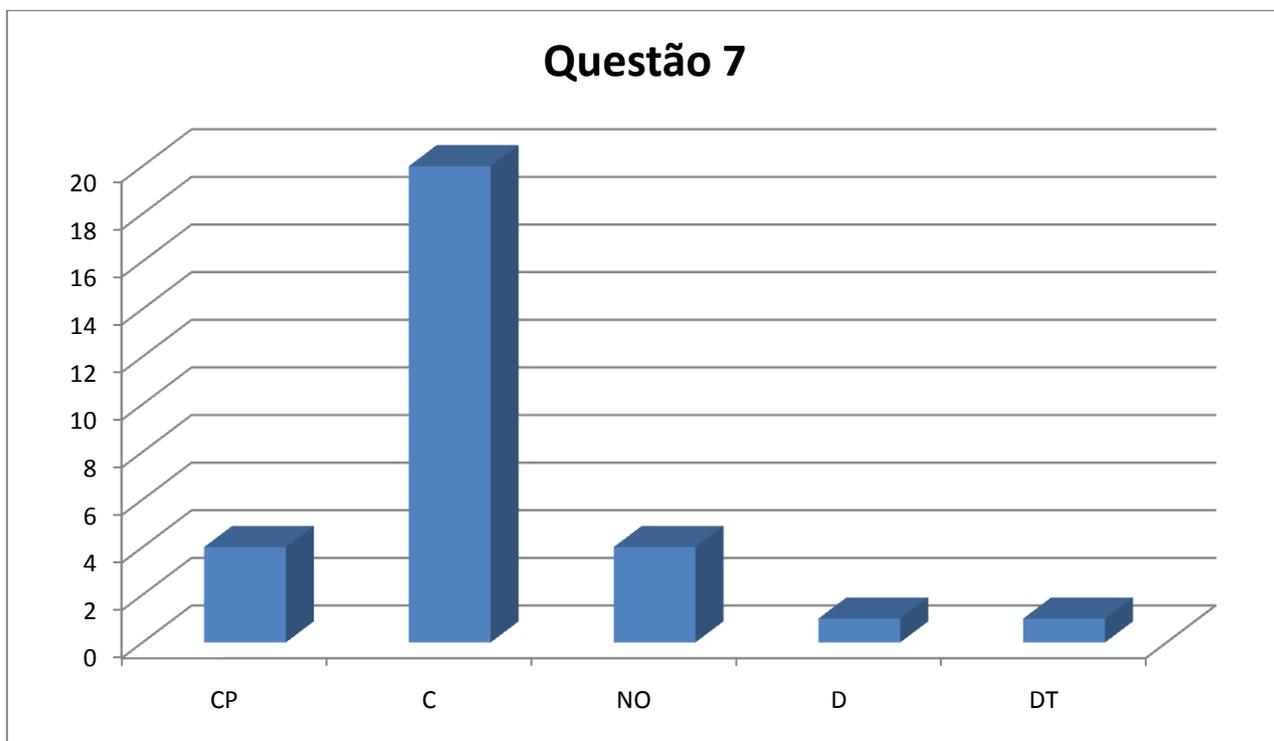


Figura 76 - Gráfico das respostas do questionário de opinião - Questão 7

8. O professor se mostrou motivado durante as aulas.

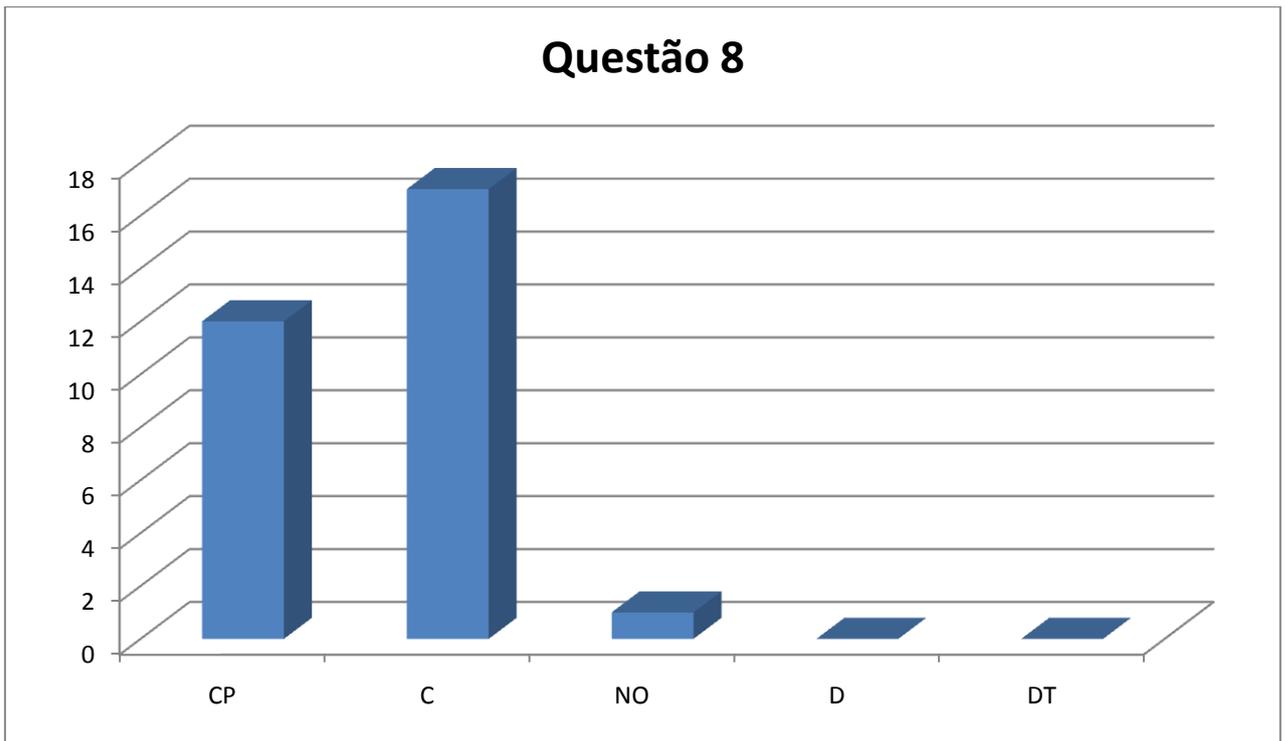


Figura 77 - Gráfico das respostas do questionário de opinião – Questão 8

9. O conteúdo tem relação com o cotidiano.

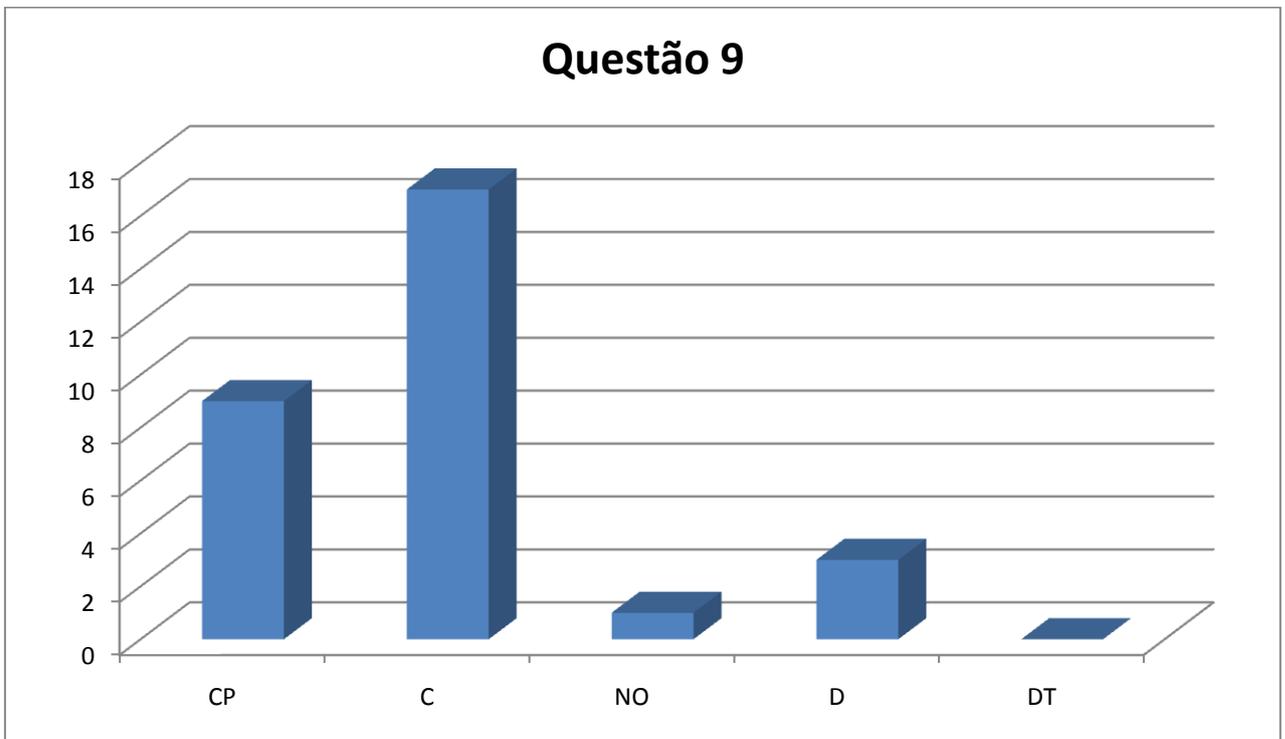


Figura 78 - Gráfico das respostas do questionário de opinião – Questão 9

10. Houve engrandecimento do seu conhecimento científico.

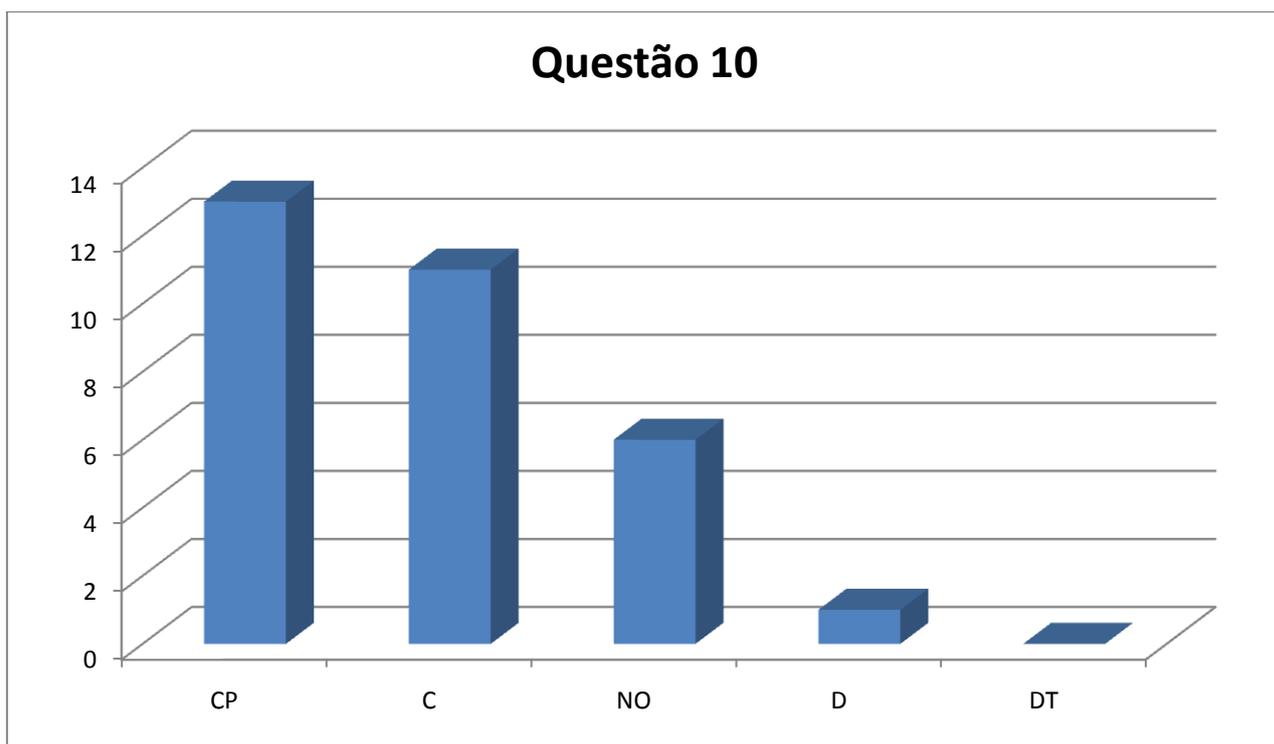


Figura 79 - Gráfico das respostas do questionário de opinião - Questão 10

11. Passei a me interessar por Física Moderna.

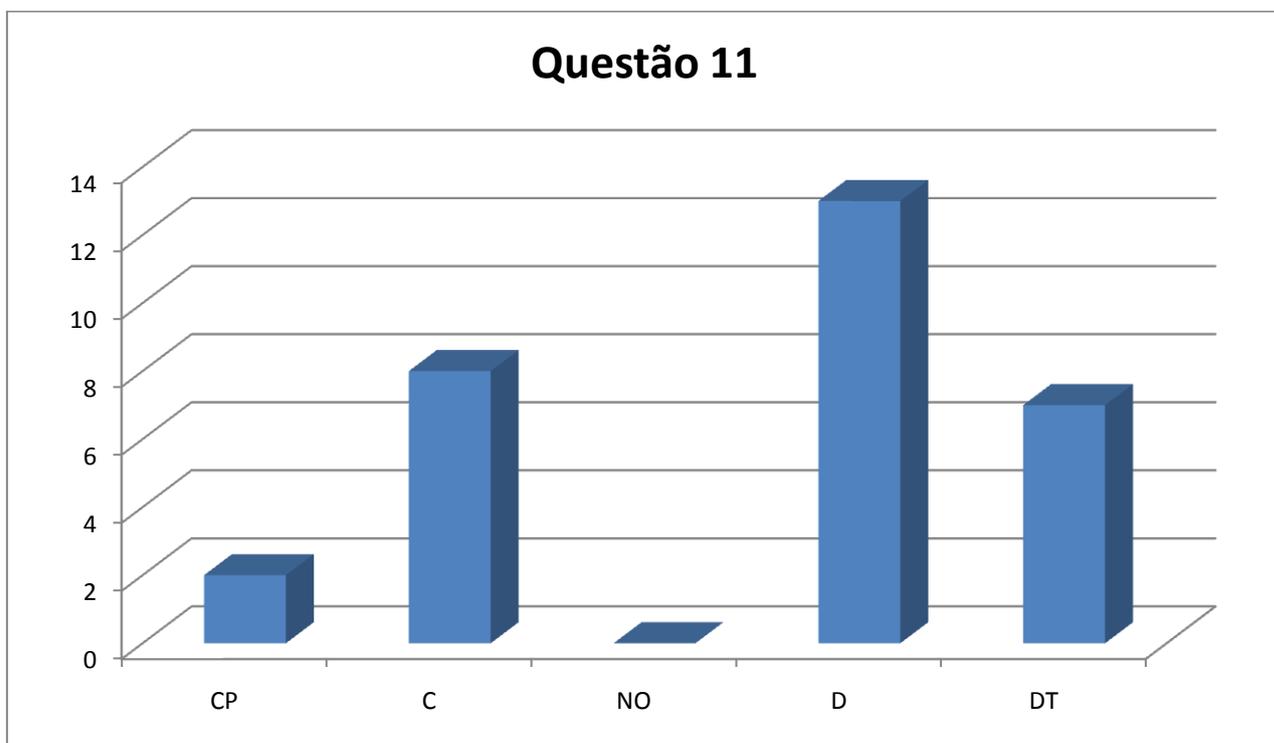


Figura 80 - Gráfico das respostas do questionário de opinião - Questão 11

12. Acredito que compreendi melhor os conceitos físicos relacionados.

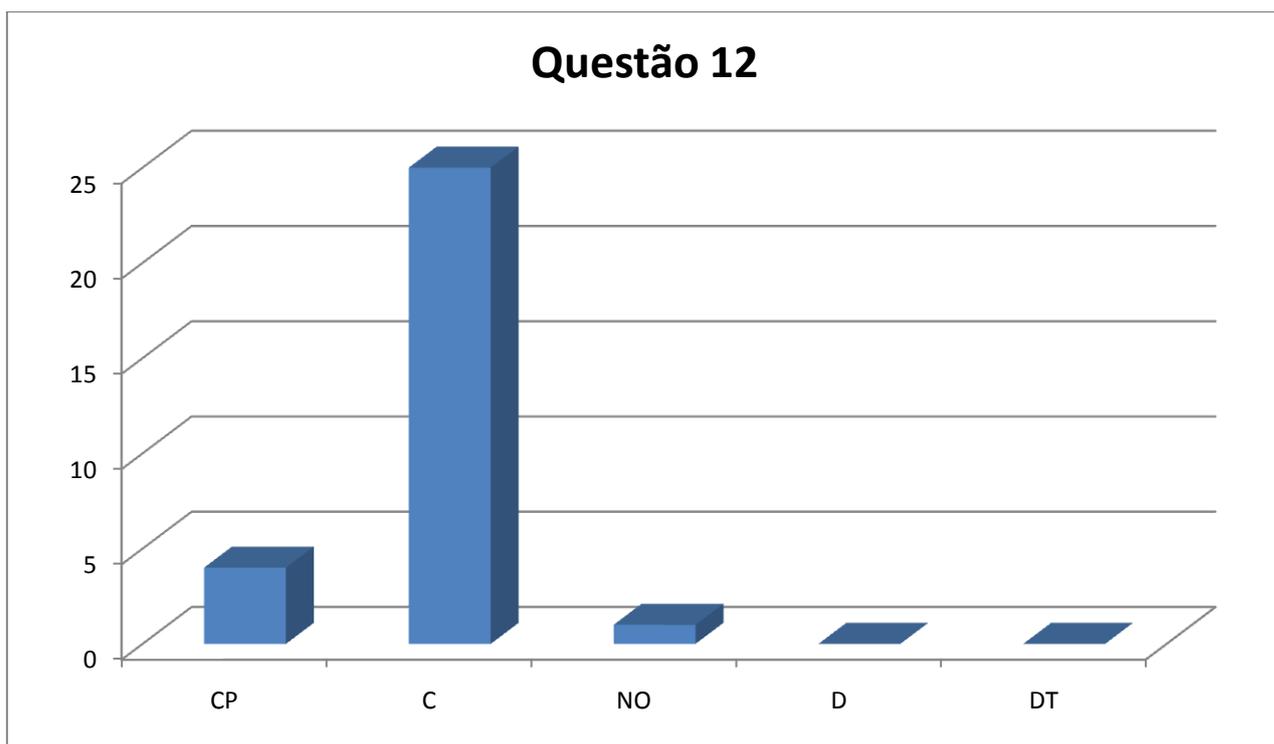


Figura 81 - Gráfico das respostas do questionário de opinião - Questão 12

13. Assisti a maior parte das aulas com interesse.

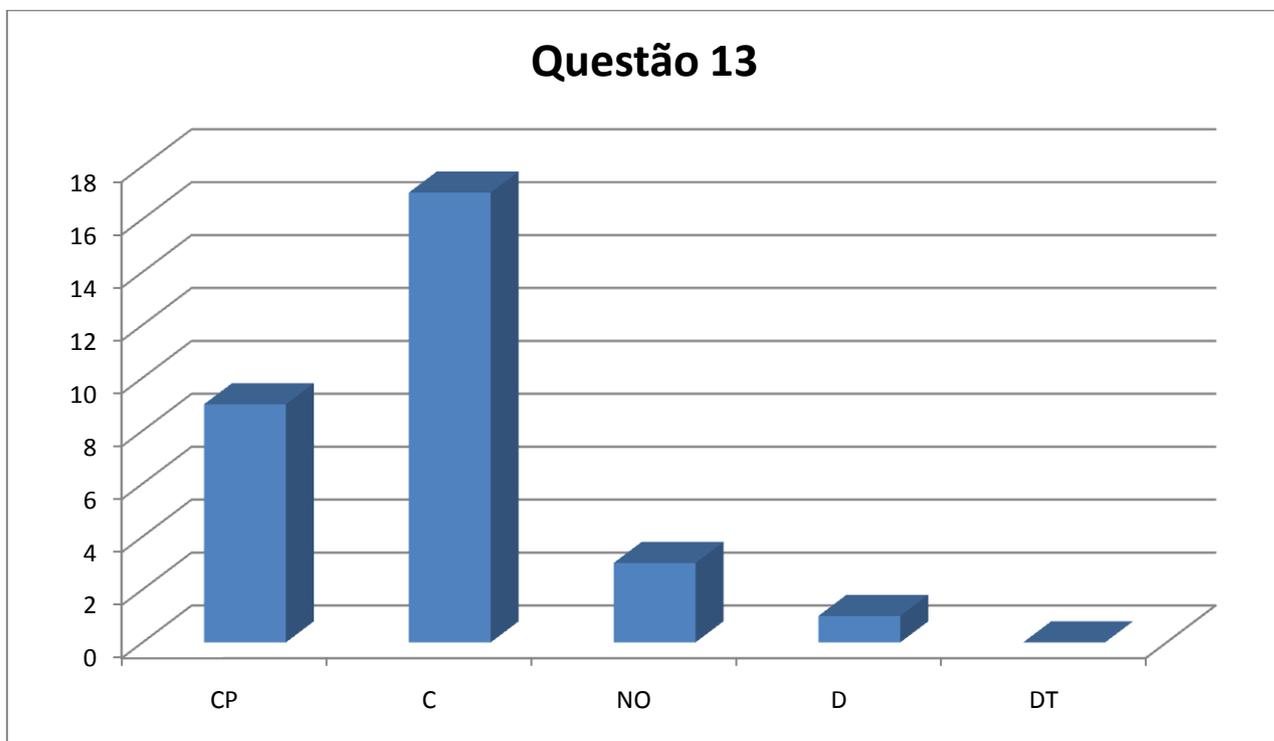


Figura 82 - Gráfico das respostas do questionário de opinião - Questão 13

14. Consegui entender o conteúdo, mesmo não tendo efetuado cálculos.

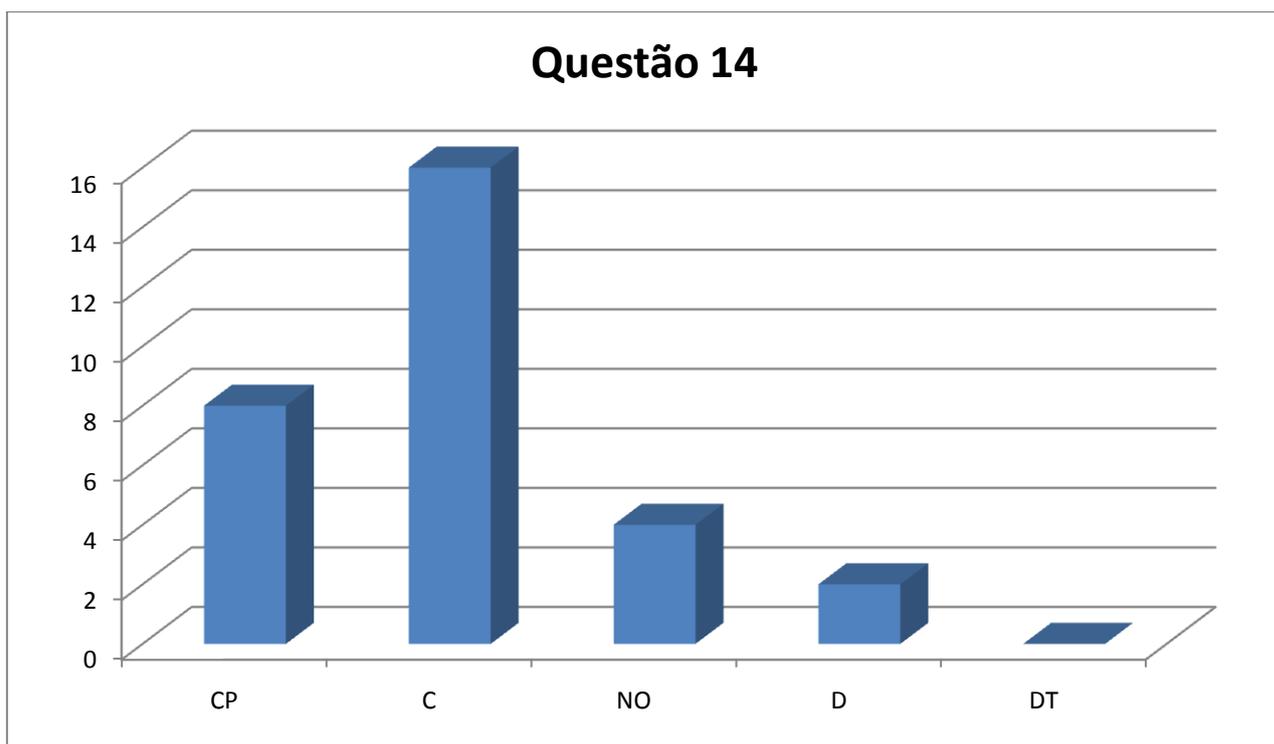


Figura 83 - Gráfico das respostas do questionário de opinião - Questão 14

15. Prefiro aprender no modo “tradicional”.

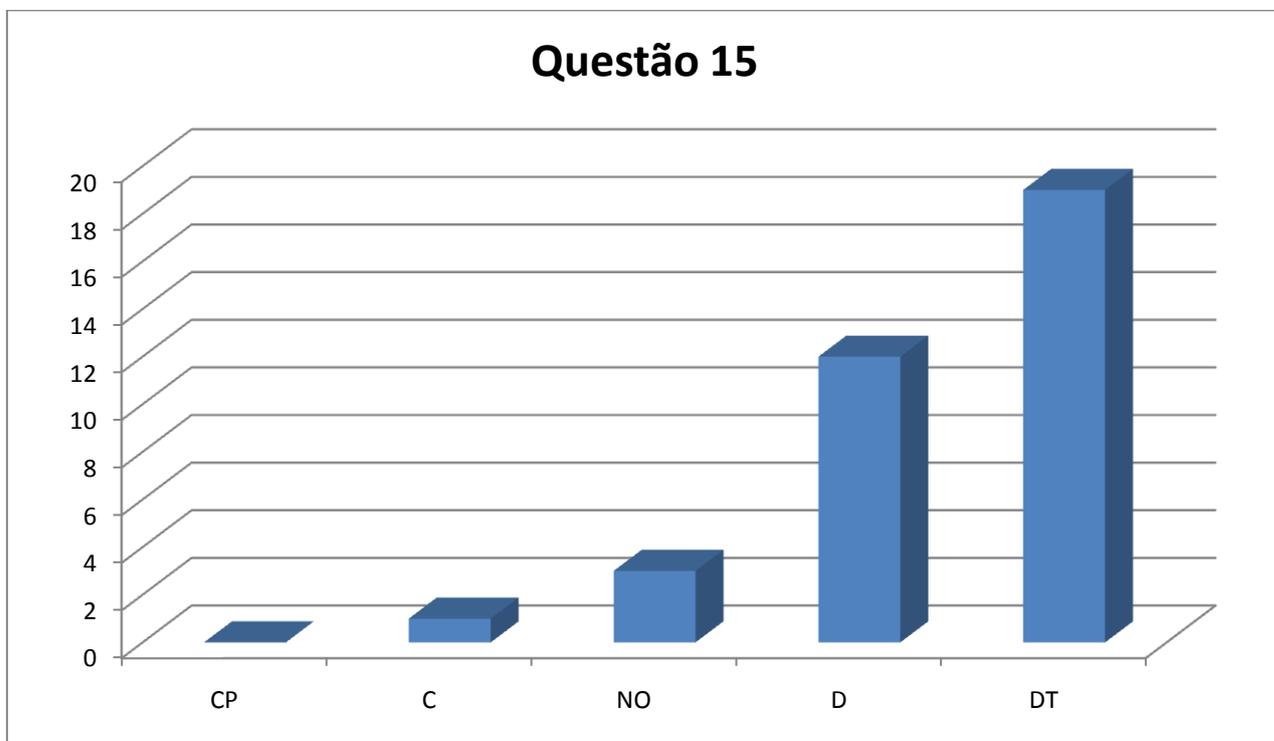


Figura 84 - Gráfico das respostas do questionário de opinião - Questão 15

16. O uso de aplicativos computacionais não foi válido

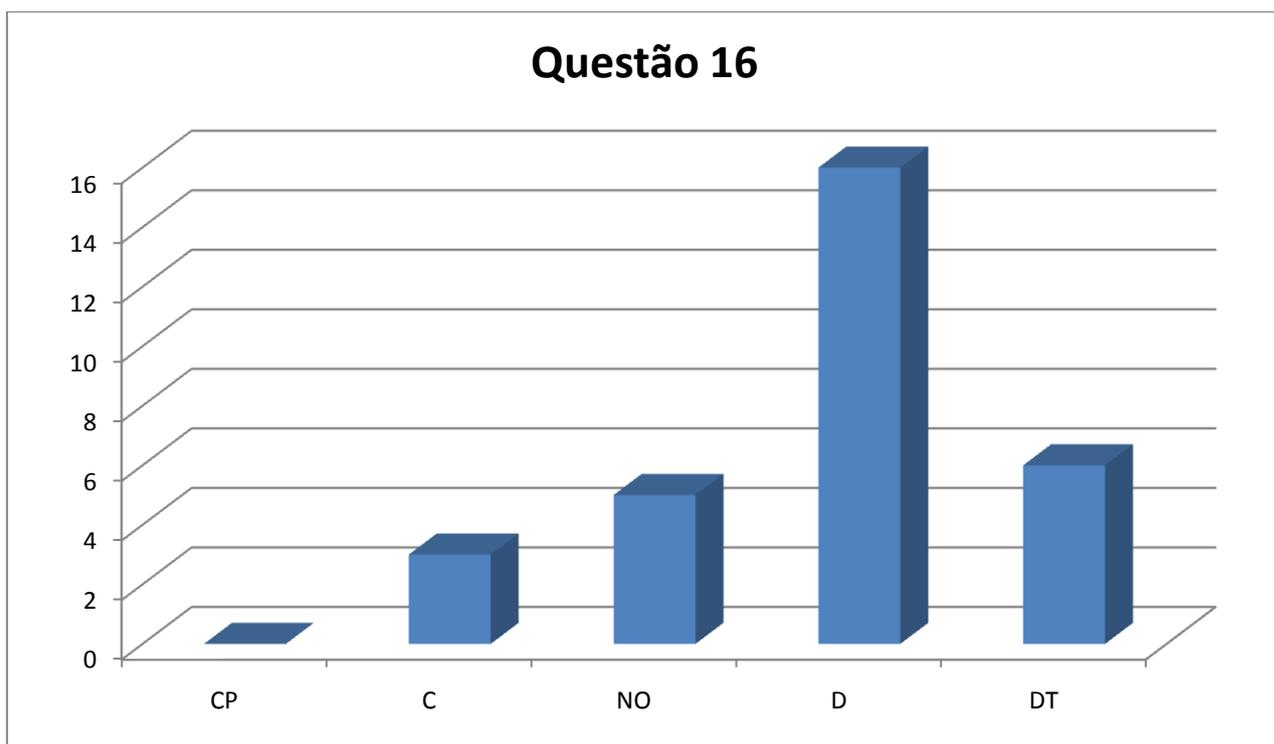


Figura 85 - Gráfico das respostas do questionário de opinião - Questão 16

Poderia destacar aspectos positivos, quanto à forma do professor tentar tornar o conteúdo das radiações interessante, através de aspectos relacionados à Física Moderna e Atividade Pericial?

- *“Ele conseguiu ensinar Física sem nem mesmo citar o nome do mesmo”.*
- *“O professor foi muito dinâmico e as palestras não ficaram cansativas”.*
- *“Os alunos prestam mais atenção, até por se interessar mais, além de ser uma aula mais legal”.*
- *“Ter mostrado na prática como radiação funciona”.*
- *“O luminol e a sua reação na identidade, como vemos tipos de ondas, etc...”.*
- *“Sobre que a Física é usada muito no nosso cotidiano”.*
- *“Além de usar matérias aparentemente chatas, aplicou com linguagem jovem e melhorou o nosso interesse”.*
- *“Os alunos gostam de aulas motivadoras como essa”.*
- *“Melhor compreensão de conceitos físicos”.*
- *“Poderia destacar que todos os aspectos foram positivos”.*

- *“A junção da Física Moderna com a Atividade Pericial tornou a aula bem interessante”.*
- Não destacaram aspectos positivos – 19

Poderia destacar aspectos negativos, quanto à forma do professor tentar tornar o conteúdo das radiações interessante, através de aspectos relacionados à Física Moderna e à Atividade Pericial?

- *“Não houve aspecto negativo”.*
- *“Não teve nenhum aspecto negativo”.*
- *“Nem teve”.*
- *“Não houve”.*
- *“Talvez se trouxesse pro nosso dia-a-dia ou até expandir e substituir as aulas. A tentativa é muito boa para pouco tempo”.*
- *“Não, pois as aulas abordadas desse jeito é bem legal”.*
- *“Não”.*
- *“Não identifiquei aspectos negativos, pois o professor usou suas ferramentas de trabalho de forma interessante”.*
- *“Nenhum aspecto negativo”.*
- Não destacaram aspectos negativos – 21.

O questionário de opinião foi realizado para aferir as sensações dos estudantes acerca do trabalho realizado. O questionário, composto de 16 questões com alternativas escalonadas para as respostas, demonstraram razoável satisfação com a abordagem, o que pode ser visto nos seguintes dados:

- 66,6% consideraram que a aula estimulou o interesse pela matéria;
- 83,3% julgaram que a abordagem foi didática;
- 100% dos estudantes julgou que os conteúdos foram abordados de forma interessante;
- 90% enxergaram relações entre a teoria e a prática e consideraram interessante unir a física com tema policial;

- 100% recomendaria a mesma abordagem para outras turmas.
- 80% encontraram relações com outras disciplinas;
- 83,3% consideraram o professor bem motivado;
- 86,7% encontraram relação entre o conteúdo e o cotidiano;
- 80% consideraram que houve engrandecimento no conhecimento científico;
- Apenas 43,3% afirmaram passar a se interessar por Física Moderna;
- No entanto, 86,7% assistiram a maior parte das aulas com interesse;
- E 96,7% consideraram que compreenderam melhor os conceitos físicos envolvidos;
- 80% acreditam que entenderam o conteúdo, mesmo sem realizar cálculos;
- 86,7% preferem aprender com essa proposta em detrimento do método dito “tradicional”;
- Além de 73,3% terem considerado válido o uso dos aplicativos computacionais.

Os percentuais foram calculados tomando a quantidade de estudantes que marcaram “Discordo” ou “Discordo Totalmente” nas questões 1, 2, 15 e 16, e “Concordo” e “Concordo Totalmente” nas demais questões, dividido pela quantidade total de respostas, que foi 30 (trinta). Em cada gráfico, novamente, a escala foi ajustada de modo que o traço ocupasse a maior parte possível, evitando a presença de área ociosa no gráfico.

Esses dados demonstram boa aceitação do trabalho em meio aos estudantes. A primeira questão, que destoa de forma negativa do conjunto, pode ter sido provocada pela inversão de resposta, pois a questão traz uma negação no enunciado, sendo necessário discordar do enunciado para demonstrar satisfação, o que pode ter passado batido por alguns estudantes. Alguns, inclusive, notaram a tempo o equívoco e, no momento da aplicação, solicitaram um novo formulário para corrigir a opinião.

CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Neste trabalho procuramos comprovar que as aulas baseadas nos princípios da educação CTS, sob uma perspectiva vygotskyana, podem contribuir para o desenvolvimento de conceitos científicos, em especial os relacionados à Radiação Eletromagnética e o caráter de dualidade desta.

Os dados coletados na pesquisa e interpretados no decorrer do trabalho mostram que os estudantes demonstraram grande interesse pelo conteúdo a ser estudado, quebrando, de início, uma das questões vigentes em sala de aula, a de que os estudantes de ensino médio não se interessam por Física. O que ocorre, na maioria dos casos, é que os estudantes não se interessam pelo modelo de ciência que é passado para os estudantes – estática, monótona, acabada e sem objetivos fora de si mesma.

O tema escolhido para o desenvolvimento da proposta foi trabalhado dando prioridade aos conceitos físicos em detrimento de grande quantidade de formalismos matemáticos. Isso foi outro fator que estimulou a simpatia dos estudantes ao projeto. A curiosidade pela ciência e pelas aplicações dela costuma ser latentes nos jovens, mas, também costumeiramente, é diminuída pela estrutura de ensino praticada no ensino médio.

Pudemos observar o impressionante número de candidatos interessados em se submeter ao ciclo de ensino que foi proposto, e o engajamento e participação de todos que foram selecionados. Isso não pode ser atribuído ao tema físico escolhido, nem ao professor ou aos meios utilizados, mas tem relação direta com a escolha de um tema que interessa aos estudantes, que é a perícia forense.

A maneira como foi conduzida a experiência encorajou os estudantes a serem participativos e buscarem relações entre os conteúdos estudados e os fenômenos que ocorrem no cotidiano de cada um. A participação ativa dos estudantes é um dos preceitos defendidos por Hofstein et al (1998) na caracterização das estratégias de ensino CTS, pois é apoiada pelo professor. A busca espontânea de relações entre os conceitos estudados

e os cotidianos deriva do comprometimento e do envolvimento dos estudantes em níveis mais elevados, e dessa forma, interioriza os conhecimentos de forma mais efetiva, como explicam Henderson (1986) e Fino (2001).

Em relação à compreensão dos assuntos abordados, os testes demonstraram evolução na maioria dos conceitos trabalhados, lembrando que, nos testes, os conceitos foram questionados fora de contexto ou aplicação. Com isso, pudemos observar que a estratégia de ensino possibilitou uma aprendizagem mais ampla e significativa dos temas abordados.

De acordo com as respostas dadas nos testes de avaliação, ficou clara a evolução de conceitos cotidianos ou intuitivos progredindo em direção aos conceitos científicos.

Apesar dos bons resultados obtidos, também pudemos identificar alguns pontos que merecem atenção especial, pois alguns conceitos foram apreendidos de forma equivocada ou distorcida. Existem vários elementos que podem influenciar nesse processo, como a limitação temporal, que impede, por exemplo, que o tema seja revisto quando identificada tal deficiência. Essa complicação temporal, no entanto, é enfrentada pela maioria dos professores em quase todas as disciplinas, portanto, precisa ser enfrentada, e não usada como desculpa.

As intenções de inserção de estratégias de ensino como essas esbarram em algumas dificuldades, mas talvez a maior delas seja a formação dos educadores. Acostumados com a educação de uma pessoa ativa (o professor) e os demais alunos passivos, desde o ensino fundamental até o ensino superior, muitas vezes os professores não possuem as ferramentas necessárias para planejar e promover estratégias de ensino diversificadas para favorecer as interações e aprendizagens, junto com os estudantes (AULER e BAZZO, 2001). Além disso, Fontes e Cardoso (2001), e Martins (2003), ressaltam a formação inicial dos professores, que se baseia na transmissão dos conhecimentos, sem contemplar as exigências da formação científica atual. Com isso, verifica-se pouca aceitação e envolvimento dos professores na implementação de abordagens diferentes, como é a CTS.

Além dos bons resultados obtidos nos testes de aprendizagem, conseguimos observar ótimos resultados no questionário de opinião dos estudantes, demonstrando grande simpatia pela proposta de ensino. Tendo em mãos tais constatações, acreditamos que a estratégia de envolver temas de relevância social para promover o ensino com base nos pressupostos CTS da educação pode, dentre outras estratégias, contribuir para o desenvolvimento de uma educação mais próxima do que se deseja da escola nos dias atuais – a formação de um cidadão.

A aplicação da abordagem CTS não está restrita à estratégia utilizada nesse projeto. A quantidade de participantes em cada aula não precisa ficar restrita aos 30 dessa proposta. Necessário se faz adaptar todas as ações e instrumentos à realidade e quantidade de participantes de cada turma. A metodologia dependerá dos recursos à disposição e do tempo disponível para cada ciclo de ensino. Importante é se atentar à relevância social dos temas escolhidos para a abordagem.

A abordagem proposta, é claro, trata-se apenas de um exemplo de abordagem baseada nos pressupostos CTS da educação. Nenhuma estratégia, isoladamente, pode ser considerada como um barco de salvação ou uma solução definitiva para os problemas enfrentados na educação. Essa proposta demonstrou boa aceitação e bons resultados, cabendo aos professores a adaptação dos temas pertinentes a cada contexto, pois, em um país com dimensões continentais como é o Brasil, os temas de relevância social são diferentes em cada região, além de ser necessária a escolha de temas diferentes para cada novo tópico a ser abordado.

CAPÍTULO 7 – O PRODUTO EDUCACIONAL

Como resultado desta pesquisa, foi produzido um CD-ROM, contendo a descrição das aulas que foram desenvolvidas durante o projeto e apresentadas no Capítulo 4.

Neste CD estão os slides produzidos em Power Point usados nas aulas, bem como os planos de aula, a carga horária estipulada para cada atividade, os objetivos e os instrumentos de avaliação usados no projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, C. **Vygotsky, Quem Diria?!: em minha sala de Aula**. Petrópolis: Vozes, 2004.

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

AULER, D.; DELIZOICOV, D. **Educação CTS: Articulação entre Pressupostos do Educador Paulo Freire e Referenciais Ligados ao Movimento CTS**. In: SEMINÁRIO IBÉRICO CTS NO ENSINO DAS CIÊNCIAS – Las Relaciones CTS en la Educación Científica, 4., 2006, Málaga. Anais. Málaga: Universidad de Málaga. p. 1-7, 2006.

BANCO MUNDIAL, **Prioridades e estratégias para a educação: estudo setorial do Banco Mundial**. Departamento de Educação e Políticas Sociais, 1995.

BATISTA, A. P. de L.; HUDSON, W. P. de C.; RIBEIRO, C. M. Análise da construção do conhecimento na perspectiva das teorias de Vygotsky. **Revista do Centro de Educação UFSM**, v. 32, n. 2, 2007.

BLANTON, W.; THOMPSON, M.; ZIMMERMAN, S. The application of technologies to student teaching. **The Arachnet Electronic Journal on Virtual Culture**, v.1, n.7, 1993.

BRASIL/SEMTEC. Ministério da Educação/Secretaria de Educação Básica. **Orientações curriculares para o ensino médio: Ciências da natureza, Matemática e suas tecnologias**, volume 2. Brasília, MEC/SEB, 2006.

CASTORINA, J.A. Piaget e Vigotsky: novos argumentos para uma controvérsia. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n. 105, p. 160-183, 1998.

COLE, M. **The zone of proximal development: where culture and cognition create each other**. In James V. Wertsch (Ed.), Culture, communication and

cognition: Vygotskian perspectives (pp. 147-161. Cambridge MA: Cambridge University Press, 1985.

COLE, M.; WERTSCH, J. **Beyond the Individual-Social Antimony in Discussions of Piaget and Vygotsky**, 1996.

DAVIS, C.; SILVA, M.; ESPÓSITO, Y. Papel e valor das interações sociais na sala de aula. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n. 71, p.49-54, 1989.

FINO, C. N. Vygotsky e a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZPD): Três implicações pedagógicas. *Revista Portuguesa de Educação*, Universidade do Minho. Portugal, Ano/Volume: 14, n.2, 2001.

FONTES, A.; CARDOSO, A. Formação de professores de acordo com a abordagem Ciência/Tecnologia/Sociedade. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vol. 5 Nº 1 P. 17, 2006.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**, Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

HENDERSON, R. **Self-Regulated Learning: Implications for the Design of Instructional Media**, In *Contemporary Educational Psychology*, 11, pp.405-427, 1986.

HOFSTEIN, A.; AIKENHEAD, G.; RIQUARTS, K. Discussions over STS at the fourth IOSTE, symposium. **International Journal of Science Education**, v. 10, n. 4, p.357-366, 1988.

LAWRENCE, J.; VALSINER, J. Conceptual roots of internalization: from transmission to transformation. **Human Development**, v. 36, p.150-167, 1993.

LEITE, V. L. S. de T.; COSTA, M. R. N. **Inteligência na Teoria Sócio-Cultural. In: VII Seminário Intermunicipal de Pesquisa**, Guaíba, 2005.

LIMA, A. P. B. A teoria sociohistórica de Vygotsky e a educação: reflexões psicológicas. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 81, n. 198, p. 219-228, Brasília, 2002.

- LINSINGEN, I. **CTS na educação tecnológica: tensões e desafios**. In: I Congresso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad y Innovación CTS+I, México D.F. Memórias del Congreso Ibero CTS+I, 2006. v.1, p. 1-14.
- MARQUES, L. P.; OLIVEIRA, S. P. P. **Paulo Freire e Vygotsky: reflexões sobre a educação**. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL PAULO FREIRE, 5. Memórias dos Colóquios on-line. Recife, 2005.
- MARTINS, I. P. Formação inicial de Professores de Física e Química sobre a Tecnologia e suas relações Sócio-Científicas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, vol 2, nº 3, 2003
- MARTINS, J. C., **Vygotsky e o Papel das Interações Sociais na Sala de Aula: Reconhecer e Desvendar o Mundo**. Série Idéias, n. 28, São Paulo: FDE, p. 111-122, 1997.
- MATTOS, C. R., GARCIA, M. M. T., FERRARA, N. F. Um estúdio sobre la evaluacion de libros didáticos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. Vol.2, nº 2: pp. 36-50, 2002.
- MELLO, S. A. A Escola de Vygotsky. In: CARRARA, K. **Introdução à Psicologia da Educação**. São Paulo: Avercamp, 2004.
- MENEZES, P. B. **Linguagens Formais e Autômatos**. Série Livros Didáticos, Sagra Luzzato Editores: Porto Alegre, 1997.
- MOURA, M. O. de; MORETTI, V. D. Investigando a Aprendizagem do Conceito de Função a partir dos Conhecimentos Prévios e das Interações Sociais. **Ciência & Educação**, v.9, n.1, pp.67-82, 2003.
- MOYSES, L. **Aplicações de Vygotsky á educação matemática**. Campinas: Papyrus. Coleção magistério: formação e trabalho pedagógico, 1997.
- NEVES, R. A.; DAMIANI, M. F. Vygotsky e as teorias da aprendizagem. **UNlrevista**, v. 1, n. 2, p.1-10, 2006.
- PALACIOS, F. A.; OTERO, G. F.; GÁRCIA, T. R. **Ciencia, Tecnología y Sociedad**. Madrid: Ediciones Del Laberinto, 1996.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 13, n. 1, p.71-84, 2007

ROBERTS, D. A. **What counts as science education?** In: FENSHAM, Peter J. (Ed.). Development and dilemmas in science education. Barcombe: The Falmer Press, 1991. p. 27-55.

ROSA, C. W.; ROSA, A. B. Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vol. 4, Nº 1, 2005.

SANTOS, M. E. V. M., Cidadania, conhecimento, ciência e educação CTS. Rumo a “novas” dimensões epistemológicas. **Revista Iberoamericana de Ciência, Tecnologia y Sociedad – CTS**, vol. 6, n. 2, p.137-157, 2005.

SANTOS, W. L. P. Educação científica humanística em uma perspectiva freiriana: resgatando a função do ensino de CTS. **Rev. Alexandria**, v.1, n.1, 2008.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p.95-111, 2001.

SCHMITT, C. E. **O uso da astronomia como instrumento para a introdução ao estudo das radiações eletromagnéticas no Ensino Médio**. 2005. 113 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Instituto de Física. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SOARES, M. S. **Introdução de Tópicos de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio por Meio do Estudo de Ondas Eletromagnéticas**. 2009, Dissertação. Mestrado Profissional em Ensino de Ciências – Instituto de Física. Universidade de Brasília.

SUTIL, N.; BORTOLETTO, A.; CARVALHO, W.; CARVALHO, L. M. O. de; **CTS e CTSA em Periódicos Nacionais em Ensino de Ciências/Física (2000-2007): considerações sobre a prática educacional em Física**. XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2008.

TEIXEIRA, P. M. M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-social e do movimento CTS no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 177-190, 2003.

VYGOTSKY, L. S. **A Formação Social da Mente**. 4. ed, São Paulo: Martins Fontes, 1991.

YOUNG, M. F. D. Durkheim, Vygotsky e o currículo do futuro. **Caderno de Pesquisa**. São Paulo, n. 117, 2002.

Vídeos:

- Radiação Ionizante – O que é radiação ionizante?

Disponível no endereço:

http://www.youtube.com/watch?v=Ch3w_THmn4U

Acessado no dia 05/07/2010.

- Efeitos da Radiação na saúde

Disponível no endereço:

http://www.youtube.com/watch?v=8qd_t4z6ko0&feature=related

Acessado no dia 05/07/2010

- Riscos da Radiação

Disponível no endereço:

http://www.youtube.com/watch?v=t30_kpYBC3U&feature=related

Acessado no dia 05/07/2010

- Efeito Fotoelétrico

Disponível no endereço:

http://www.youtube.com/watch?v=2vyOW/sz_R-g

Acessado no dia 05/07/2010

- A saga do Prêmio Nobel – A teoria Quântica – Parte 1

Disponível no Endereço:

<http://www.youtube.com/watch?v=bsCvfiCEmvc&feature=related>

Acessado no dia 05/07/2010