



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

ELIÚDE MAIA XAVIER

**ABORDAGEM DE TÓPICOS DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NA
ESCOLA BÁSICA POR MEIO DE PROCESSO AVALIATIVO PROGRESSIVO**

MOSSORÓ

2016

ELIÚDE MAIA XAVIER

**ABORDAGEM DE TÓPICOS DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NA
ESCOLA BÁSICA POR MEIO DE PROCESSO AVALIATIVO PROGRESSIVO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Linha de Pesquisa: Processos de Ensino e Aprendizagem e Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino de Física

Orientador: Prof. Dr. Geovani Ferreira Barbosa

MOSSORÓ

2016

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei n° 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei n° 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

X3a Xavier, Eliúde Maia.
 Abordagem de tópicos de física moderna e contemporânea na escola básica por meio de processo avaliativo progressivo / Eliúde Maia Xavier. - 2016.
 114 f. : il.

 Orientador: Geovani Ferreira Barbosa.
 Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Física, 2016.

 1. Ensino de física. 2. Seminários. 3. Banners. 4. TIC. 5. Física moderna. I. Barbosa, Geovani Ferreira, orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

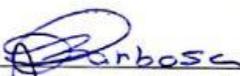
ELIÚDE MAIA XAVIER

ABORDAGEM DE TÓPICOS DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA
NA ESCOLA BÁSICA: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

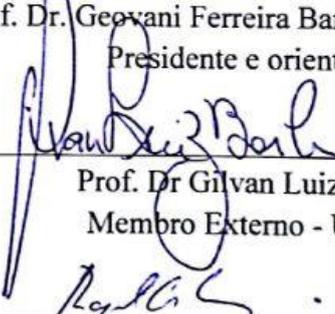
Dissertação de Mestrado apresentada à
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
(UFERSA), no Curso de Mestrado
Profissional em Ensino de Física (MNPEF),
como parte dos requisitos necessários para
obtenção do título de Mestre em Ensino de
Física.

Aprovada em: 12/ 08/2016

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Geovani Ferreira Barbosa - UFERSA
Presidente e orientador



Prof. Dr. Gilvan Luiz Borba
Membro Externo - UFRN



Prof. Dr. Rafael Castelo Guedes Martins
Membro interno - UFERSA



Profa. Dra. Erlania Lima de Oliveira
Membro interno - UFERSA

MOSSORÓ - RN
AGOSTO - 2016

Dedico esta dissertação a meus pais

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus por me conferir tantas dádivas dentre as quais se encontra esta oportunidade ímpar de prosseguir meus estudos na minha área de formação;

Agradeço, ao Prof. Dr. Geovani Ferreira Barbosa que foi mais do que um orientador incansável, motivador e inspirador, foi um mestre que me mostrou sobre o que é ser humano. Um exemplo de pessoa que levarei por toda vida.

Gostaria de agradecer a todos os professores do Programa de Pós Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do SemiÁrido – UFERSA.

Agradeço ao Prof. José Robério de Sousa Almeida, pela valorosa contribuição na construção de todo meu trabalho de pesquisa.

Agradeço também a todos os colegas que, de forma direta ou indireta, ajudaram nessa realização de minha pesquisa, e conseqüentemente desta dissertação, em especial as amigas Sammya Kele e Monique Barboza, os amigos Pedro Bandeira, Francisco Nascimento e Dácio Alves pela paciência nos trabalhos e por compartilharem seus conhecimentos;

Serei sempre grato principalmente aos meus pais, Valdemar Dias Xavier e Raimunda Barreto Maia Xavier, por toda ajuda e incentivo incondicional desde o dia em que nasci. Sem esse apoio, nada seria possível.

À minha namorada Maria Elidiane Honorato Sousa, o meu reconhecimento e agradecimento pelas noites em claro ao meu lado, e por todo carinho, paciência e apoio nas horas mais incertas.

E, finalmente, agradeço à Sociedade Brasileira de Física pelo projeto que permitiu a capacitação de professores da rede básica em todo o Brasil e a Capes pelo apoio financeiro.

RESUMO

ABORDAGEM DE TÓPICOS DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NA ESCOLA BÁSICA POR MEIO DE PROCESSO AVALIATIVO PROGRESSIVO

ELIÚDE MAIA XAVIER

Orientador: Prof. Dr. Geovani Ferreira Barbosa

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação na Universidade Federal Rural do Semi-Árido no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

Em tempos de smartphones, jogos virtuais e redes sociais, ensinar através do uso do pincel, lousa e um discurso centrado apenas no conteúdo, torna-se uma tarefa árdua e muitas vezes pouco atrativa para o professor e aluno. Elementos tecnológicos estão cada vez mais presentes no cotidiano das pessoas, através da popularização do uso de *notebooks* e *tablets* inclusive no ambiente acadêmico. O uso da tecnologia vem sendo aplicada em diversas atividades como entretenimento, trabalho, comunicação e ensino. Desta forma, percebe-se que o professor pode atuar como mediador e explorar novas alternativas na abordagem dos conceitos, adotando novas formas de se abordar o conhecimento a fim de estimular a criatividade dos alunos, permitindo a interação entre o professor, os alunos e os saberes. Com o intuito de dar uma contribuição para minimizar a falta de entusiasmo no processo de aprendizagem dos conceitos de Física, o foco desse trabalho é analisar a conjuntura da didática das aulas de Física, no Instituto Federal do Rio Grande do Norte - campus Ipanguaçu, propor diferentes formas de abordagens que evidenciem uma maior dinamização do processo de ensino-aprendizagem, através da apresentação de seminários, banners biográficos, debates em mesas redondas e do uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (*TIC's*) no âmbito educacional, propondo a utilização de alguns recursos educacionais para o ensino de física moderna, através do produto educacional desenvolvido pelo professor e alunos, e da utilização de seminários e *banners*, visando a melhoria da qualidade desse ensino. Para dar embasamento teórico ao estudo, foram abordadas teorias de aprendizagem que são norteadoras das metodologias de ensino adotadas no presente trabalho. Dessa forma, foi possível observar através das avaliações realizadas, que existiu interesse por parte dos alunos destacando-se o envolvimento dos mesmos com o professor nos momentos da elaboração dos trabalhos. O uso de tais recursos tecnológicos, associado a prática baseada na cooperação entre aluno e professor, permitiu que através da mediação do docente, se despertasse no aluno mais motivação e interesse pelos conteúdos de Física Moderna e Contemporânea.

Palavras-chave: Ensino de física. Seminários. Banners. TIC. Física moderna

ABSTRACT

PHYSICAL TOPICS APPROACH MODERN AND CONTEMPORARY IN PRIMARY SCHOOL IN PROCESS THROUGH EVALUATIVE PROGRESSIVE

ELIÚDE MAIA XAVIER

Supervisor(s): Prof. Dr. Geovani Ferreira Barbosa

Abstract of master's thesis submitted to Programa de Pós-Graduação Universidade Federal Rural do Semi-Árido no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), in partial fulfillment of the requirements for the degree Mestre em Ensino de Física.

In smartphones times, virtual games and social networking, teaching through the use of brush, blackboard and a speech focused on the content, it becomes a chore and often unattractive for the teacher and student. technological elements are increasingly present in the daily lives of people through the popularization of the use of laptops and tablets including the academic environment. The use of technology has been applied in various activities such as entertainment, work, communication and education. Thus, it is clear that the teacher can act as a mediator and explore new alternatives in the concepts approach, adopting new ways of approaching knowledge in order to stimulate students' creativity, allowing interaction between teacher, students and knowledge. In order to make a contribution to minimize the lack of enthusiasm in the learning process of physics concepts, the focus of this study is to analyze the situation of the teaching of Physics classes at the Federal Institute of Rio Grande do Norte - campus Ipanguaçu propose different forms of approaches that demonstrate a greater promotion of the teaching-learning process by presenting seminars, biographical banners, debates in round tables and information and communication technologies use (ICT) in the education sector, proposing the use of some educational resources for modern physics education through the educational product developed by the teacher and students, and the use of banners and seminars, aimed at improving the quality of that education. To give theoretical background to the study, learning theories have been addressed that are guiding the teaching methodology adopted in this work. Thus, it was possible to observe through the evaluations, that there was interest by the students highlighting the involvement of the same with the teacher in times of the assignments. Thus, the use of such technological resources associated with practice based on cooperation between student and teacher, enabled through the teaching mediation, if awaking in more student motivation and interest in the contents of Modern Physics and Contemporary.

Keywords: Physics teaching. Seminars. Banners. ICT. Modern physics

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	12
1 TEORIAS DE APRENDIZAGEM	16
1.1 Teorias Comportamentalistas	16
1.2 Teorias Cognitivistas	22
1.3 Teorias Humanistas	25
2 Diferentes métodos para o Ensino De Física.....	28
2.1 Ensinar através de seminários.....	31
2.2 Ensinar utilizando Banners - biografias.....	34
2.3 Ensinar através da tecnologia	35
3 MOTIVAÇÃO PARA O PRODUTO	40
3.1 Seminários e banners	43
3.2 Desenvolvimento do aplicativo	52
3.3 Roteiros de aula: Física Moderna e Contemporânea	63
4 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO.....	92
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	99
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
APÊNDICE A- Questionário Aplicado	105
APÊNDICE B - Atividades Avaliativas	107

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Motivos associados com o abandono escolar, segundo grupo de educadores da América Latina (2010).....	30
Figura 2 – Componentes do sistema educacional e suas abordagens.....	38
Figura 3 – Questionamento do grupo responsável pelo tema energia nuclear.....	44
Figura 4 – Troca de informações entre o grupo responsável pelo tema Modelos Atômicos de Bohr e o professor.....	45
Figura 5 – Conversas entre os alunos para a organização do seminário sobre Efeito Fotoelétrico.....	46
Figura 6 – Tela de edição: Google Drive Apresentações mostrando o acesso dos alunos do grupo responsável pelo seminário de Introdução à Relatividade Especial.....	47
Figura 7 – Tela de edição: Google Drive Apresentações mostrando o acesso dos alunos do grupo responsável pelo seminário de Efeito Fotoelétrico.....	47
Figura 8 – Orientações dadas via rede social.....	48
Figura 9 – Diálogo entre o professor e a aluna.....	49
Figura 10 – Exemplos de banners desenvolvidos pelos alunos para a apresentação dos seminários.....	50
Figura 11 – Apresentação de seminários como uma das etapas do processo avaliativo.....	50
Figura 12 – Alunos realizando mais uma das etapas da atividades avaliativas adotadas pelo professor de física durante a construção deste trabalho de dissertação.....	51
Figura 13 – Tela inicial do aplicativo Caça Palavras Quântico.....	54
Figura 14 – Nível 1 do Caça Palavras – Radiação de Corpo Negro.....	55
Figura 15 – Painel de dicas do Caça - Palavras de Radiação do Corpo Negro.....	55
Figura 16 – Possibilidades de disposição das palavras, na Grade de Letras.....	56
Figura 17 – Algumas letras selecionadas na Grade de Letras.....	56
Figura 18 – Palavra NEGRO encontrada na Grade de Letras.....	57
Figura 19 – Animação sobre corpo negro.....	57
Figura 20 – Nível 1 do Jogo da Forca.....	58
Figura 21 – Jogo da Forca iniciado no nível 1.....	59
Figura 22 – Radiação se propagando entre os terminais.....	64
Figura 23 – Espectro formado a partir do uso de um prisma.....	65
Figura 24 – Tipos de Espectros.....	65
Figura 25 – Idealização de um corpo negro.....	67
Figura 26 – Resistência elétrica utilizada para simulação de um corpo negro.....	67
Figura 27 – Lei de Stefan-Boltzmann.....	68
Figura 28 – Idealização para a formação do espectro, através dos quantas.....	69
Figura 29 – Efeito Fotoelétrico.....	70
Figura 30 – Representação (fora de escala) do experimento do efeito fotoelétrico decorrente da ação do campo elétrico sobre os elétrons emitidos, estabelecendo uma corrente elétrica mensurável.....	71
Figura 31 – Esquema de sistema para conversão de energia solar em elétrica.....	72
Figura 32 – Cenário 1: Padrões de interferência de uma onda eletromagnética.....	74
Figura 33 – Cenário 2: Padrões de distribuição de esferas lançadas em experimento de dupla fenda.....	74
Figura 34 – Cenário 3 - Padrões de interferências de um feixe de elétrons.....	75
Figura 35 – Representação esquemática das quatro primeiras órbitas do átomo de hidrogênio de acordo com o modelo de Bohr.....	77
Figura 36 – Transição do elétron.....	78

Figura 37 – Fissão Nuclear.....	79
Figura 38 – Reação em cadeia.....	80
Figura 39 – Fusão Nuclear.....	80
Figura 40 – Bomba Atômica.	81
Figura 41 – Funcionamento de uma bomba de fusão.....	82
Figura 42 – Representação esquemática de usina termonuclear	83
Figura 43 – Pulso de luz sendo visualizado por observador no referencial dentro do vagão... 85	
Figura 44 – Pulso de luz sendo visualizado por observador no referencial fora do vagão.	86
Figura 45 – Medição do tempo de passagem de um trem, de acordo com o referencial interno.	86
Figura 46 – Cálculo para o comprimento do trem pelo referencial de fora.....	87
Figura 47 – Representação do experimento mental idealizado por Heisenberg, para ilustrar a impossibilidade de precisão absoluta na medida de elementos quânticos.....	89
Figura 48 – Representação gráfica do experimento mental do gato de Schrödinger.	90
Figura 49 – Distribuição dos alunos por curso.	92
Figura 50 – Tempo de contato com a Física.....	93
Figura 51 – Opinião em relação ao contato com a disciplina.....	93
Figura 52 – Metodologias que os alunos tiveram contato	97
Figura 53 – Opinião do aluno, sobre o grau de importância quanto a metodologia escolhida pelo professor no bom rendimento obtido na disciplina.....	98

APRESENTAÇÃO

Em tempos de smartphones, jogos virtuais e redes sociais, ensinar utilizando-se pincel, lousa e um discurso centrado apenas no conteúdo, parece ser uma tarefa árdua e muitas vezes pouco atrativa. Há algumas décadas, elementos tecnológicos que até certo tempo não faziam parte do cotidiano, hoje, tornam-se comuns para a maioria das pessoas, inclusive no ambiente acadêmico (BARROQUEIRO; AMARAL, 2011).

Em escala mundial, a crescente popularização da internet nos últimos anos fez com que, a informação fosse veiculada à sociedade de forma mais dinâmica. A quantidade de usuários conectados à internet, ultrapassou em 2013, a metade da população brasileira, de acordo com a matéria divulgada pelo site de um importante jornal brasileiro, em junho de 2014 (JANSEN, 2014). Além disso, destaca-se o crescente uso de *smartphones* e a popularização do uso de *notebooks* e *tabletes*, segundo as pesquisas realizadas pelo Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (*Cetic.br*), (“TIC Domicílios”, 2013). Dados mais atuais mostram que 92% da população brasileira possui telefone celular, 30% possui computador portátil, 28% computador de mesa e 17% possui *tabletes* (“TIC DOMÍCILOS E USUÁRIOS”, 2014). Tais dados, só confirmam a ideia de que a sociedade se despertou para a tecnologia. Atualmente, o uso da tecnologia vem sendo aplicada em diversas atividades: entretenimento, trabalho, comunicação e ensino.

Nas últimas décadas, diversos profissionais da educação também estão se despertando para o uso da tecnologia durante as suas práticas educacionais. Sabe-se que existem escolas que não possuem uma estrutura tecnológica apropriada, porém, espera-se uma crescente tendência em que tais recursos poderão estar presentes nos próximos anos (BRASIL, 1998). Com isso, o professor pode atuar como mediador e explorar novas abordagens dos conceitos para aumentar a interação entre o aluno e os conteúdos explorados em sala de aula.

A abordagem de forma lúdica tem se mostrado bastante eficaz e acessível para atrair a atenção do aluno e motivá-lo a pensar, refletir e criar soluções para as questões que são evidenciadas no processo de ensino-aprendizagem (BRASIL, 1998). Assim, é inevitável que mudanças na didática do professor sejam efetivadas, ou seja, existe a necessidade de capacitação continuada dos professores para vencer esses novos desafios da educação (MORAN, 2007). Dentro dessa perspectiva, é interessante que o professor adote novas formas de abordar o conhecimento a fim de estimular a criatividade dos alunos.

A Lei de Diretrizes e Bases (LDB 9.394/96) afirma que a finalidade da educação básica consiste em dar condições de acesso aos conhecimentos necessários para a formação comum

que é indispensável para o exercício da cidadania. Na mesma lei, observa-se o cuidado em garantir que o aluno ao terminar o ensino médio, demonstre ter domínio dos princípios científicos e tecnológicos. Além disso, destaca-se que o mesmo tenha conhecimentos das formas contemporâneas de linguagens, domínios dos conhecimentos filosóficos e sociológicos.

No entanto, para se chegar a esse fim, a tarefa do professor tem se mostrado extremamente complicada. Principalmente, para boa parte dos professores das áreas de Ciências da Natureza, como exemplo, a exposição de conceitos de Física Moderna e Contemporânea (*FMC*) no ensino fundamental e médio. Vários trabalhos já foram publicados, retratando que a maior parte dos alunos considera tais aulas como sendo exaustivas e muito complicadas de se entender (RAASCH, 1999), (NEVES, BORUCHOVITCH, 2004), (SANTOS, ALVES, MORET, 2006), (GOYA, BZUNECK, GUIMARÃES, 2008) e (MOREIRA, 2010). Provavelmente, essa dificuldade esteja relacionada à forma de abordagem dos conceitos da disciplina em grande parte das salas de aulas.

O método expositivo em lousas comuns, atualmente, têm-se mostrado insuficiente para despertar a atenção dos alunos e isso leva ao desestímulo pelo conhecimento que se deseja trabalhar. De acordo com Freire (1996), grande parte dos professores insistem em tentar depositar nos alunos apassivados, definições e conceitos oriundos dos currículos, em lugar de instigá-los a apreender os assuntos abordados. Isso naturalmente, criaria um sentimento de passividade e de exclusão, em relação a aula que é ministrada. Severino A. J. e Severino E. S. (2013), definem que o momento da aula deve se constituir como um espaço singular, no aspecto de permitir a interação entre o professor, os alunos e os saberes. Dessa forma, seria estabelecido um instante em que é compartilhado informações, princípios e convicções de forma mútua. É de vital importância ao processo, que todos os envolvidos nessa troca estejam engajados, despertando assim a atenção pelo assunto, e principalmente a curiosidade.

Na mecanização didática, principalmente nas disciplinas exatas, a maneira como os conceitos são apresentados ao aluno é direcionada quase que exclusivamente com o objetivo de memorizar "fórmulas" e definições para que o aluno possa simplesmente reproduzi-las no momento de uma prova. Atualmente, um dos principais focos das escolas de ensino médio é fazer com que o aluno esteja apto a passar em provas escritas, o que o habilitaria futuramente para os principais processos seletivos de acesso ao ensino superior, destacando-se o exame nacional do ensino médio (*ENEM*). Tais resultados positivos contribuem para as estatísticas dessas instituições, o que faz com que benefícios maiores sejam atribuídos ao centro educacional. Em resumo, o processo de aprendizagem fica em segundo plano.

Somado ao que foi exposto, o professor que está ministrando os conteúdos de Física, na maioria dos casos, não possui a formação adequada para expor os conceitos de uma maneira que se permita o estabelecimento da transposição didática, ou seja, os alunos não conseguem correlacionar o que foi exposto com os fenômenos correspondentes na Natureza. Na Tabela 1, observa-se a realidade da formação dos professores de Ciências em algumas escolas do ensino fundamental em uma cidade do interior do Ceará.

Tabela 1. Formação de professores de ciências de Quixeré, Ceará.

ESCOLA	ANO	FORMAÇÃO DOS PROFESSORES
A	1° ao 9°	Pedagogia, História, Português, Ciências Biológicas, Matemática, Matemática, História
B	1° a 5°	Geografia, História, Letras, Formação de professores para ensino fundamental de 1ª a 8ª série nas áreas específicas
C	1° a 7°	Português, História, 4º Normal.
D	2° ao 9°	Português e Matemática
E	6° ao 9°	Ciências

Fonte: Secretaria de Educação do município de Quixeré, dados obtidos em 16/04/2015.

Nesse breve panorama, observa-se que a maioria dos professores de Ciências não possuem formação diretamente relacionadas à disciplina. Tal ausência, evidenciaria ainda mais o processo de supressão dos conceitos da Física na disciplina de Ciências do ensino fundamental. Marzano, Pickering e Pollock (2008) afirmam que o conhecimento do professor influencia diretamente no desempenho do aluno. Logicamente, que existem professores autodidatas e comprometidos com a qualidade do ensino, desempenhando suas funções de forma exemplar, mesmo sem a devida formação específica. Porém, para muitos, essa tarefa é extremamente difícil, o que implica na supressão de vários conhecimentos específicos durante às aulas. Dessa forma, o aluno segue para o ensino médio, sem ter aprendido os conceitos básicos.

Com o intuito de dar uma contribuição para minimizar a falta de entusiasmo no processo de aprendizagem dos conceitos de Física, o foco deste trabalho é analisar a conjuntura da didática das aulas de Física, no Instituto Federal do Rio Grande do Norte - campus Ipanguaçu, sob a perspectiva dos alunos, e propor diferentes formas de abordagens que evidenciem uma maior dinamização do processo de ensino-aprendizagem, através da apresentação de

seminários, banners biográficos e do uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (*TIC*) no âmbito educacional.

A estrutura desta dissertação está dividida em cinco capítulos. No primeiro capítulo serão abordadas as principais teorias da aprendizagem que são norteadoras das metodologias de ensino adotadas durante este trabalho. No segundo capítulo serão apresentados diferentes métodos para o ensino de física. O terceiro capítulo será destinado à motivação e a implementação deste trabalho de pesquisa, descrevendo as ações do professor mediador e analisando-se a relevância dos mesmos, juntamente com relatos acerca das inquietações sobre as temáticas, as hipóteses, e as técnicas de ensino praticadas. No quarto capítulo será feita a análise do questionário aplicado como ferramenta de obtenção de dados, utilizando principalmente a fundamentação de análise de conteúdo de Bardin (1977), afim de orientar o processo de investigação sobre o assunto. Por fim, no capítulo de considerações finais, serão apresentadas as impressões finais do mestrando com relação à experiência metodológica aplicada, mas também acerca dos depoimentos colhidos através da ferramenta de coleta de dados. Por fim, serão mostradas as limitações encontradas no decorrer do trabalho, e possíveis perspectivas que poderão ser implementadas no futuro, relativas a temática deste trabalho.

1 TEORIAS DE APRENDIZAGEM

O advento da tecnologia e a facilidade de acesso à informação tem mudado o perfil exigido durante a formação acadêmica dos jovens. A razão é que o nível de educação e habilidades das nações, empresas e indivíduos, se constituem como indicadores importantíssimos na disputa de mercado e na comunidade científica atual (ILLERIS, 2013).

O ato de aprender é algo complicado e confuso de se entender, e por conta de tal complexidade, não existe uma explicação única de como ela ocorre. No entanto, as teorias de aprendizagem existentes estão baseadas na sua importância da condução de várias práticas pedagógicas que os professores seguem em seu cotidiano de sala de aula. Elas podem ser tomadas como ações, no intuito de estudar um pouco mais sobre a forma mais eficiente como o ser humano visualiza um novo conceito.

As teorias de aprendizagem se constituem como sendo ensaios interpretativos de forma sistêmica, concebidas numa dada época, afim de antecipar elementos relacionados ao ato de aprender. Dessa forma, tomando como base os processos de observação e/ou experimentação, vários autores contribuíram para o crescimento do conhecimento, tecendo suas conclusões acerca do processo de aprendizagem, afim de se chegar a um denominador comum (MOREIRA M. A., 1999).

Com o intuito de entender como tais teorias nortearam e ainda norteiam muito das principais metodologias de ensino, serão apresentadas de forma resumida, algumas teorias de aprendizagens que são (ou podem ser) utilizadas no dia a dia de sala de aula. Apresenta-se a princípio, a corrente comportamentalista, apenas para dar base ao leitor, acerca da evolução do entendimento do processo de aprendizagem no decorrer dos anos. Em seguida, considerando que as práticas metodológicas utilizam como pressupostos as teorias da aprendizagem, serão discutidas as teorias cognitivistas e humanistas, que influenciaram de forma significativa, a realização deste trabalho.

1.1 TEORIAS COMPORTAMENTALISTAS

As teorias comportamentalistas – também chamadas de behavioristas – são consideradas como as primeiras que trataram de forma analítica, o processo de ensino-aprendizagem. Tais teorias priorizam a imagem do professor como sendo um mero condicionador de comportamentos, que deveriam ser adotados pelos alunos com o intuito de simplesmente torná-

los aptos a resolver testes em um determinado instante, mesmo que, com o passar do tempo, tais conhecimentos sejam perdidos pelo aluno. Tais teorias são consideradas por alguns, como ultrapassadas, pelo menos no discurso, em favor de teorias mais modernas para se estabelecer o processo de ensino-aprendizagem (MOREIRA, 2010). No entanto, segundo Ostermann e Cavalcanti (2010), mesmo sendo consideradas como obsoletas, tais concepções ainda podem ser reconhecidas em práticas pedagógicas, materiais didáticos, hiperfólios, entre outros elementos presentes no âmbito educacional.

Considerado por muitos como sendo o pai do behaviorismo no mundo ocidental, John Watson (1878-1958) se baseou principalmente nos conhecimentos instituídos por Ivan Pavlov (1849-1936), para fundamentar sua teoria da aprendizagem, que ficou conhecida como behaviorismo metodológico (GUIMARÃES, 2003). Para Watson, todo indivíduo aprende apenas, através do ambiente que tem contato. Ao nascer, o sujeito não tem nenhuma herança biológica, que pode influenciar em seu comportamento. De acordo com Ostermann e Cavalcanti (2010), o behaviorismo metodológico considera que todo indivíduo nasce vazio, podendo ser comparado a uma tabula rasa.

Na investigação de como o indivíduo aprende, Watson considerava irrelevante considerar elementos que não pudessem ser medidos. Dessa forma, processos mentais pertinentes ao indivíduo, não poderiam ser considerados como objeto de estudo, pois não seria possível observá-los de forma consensual.

Outra ideia pertinente a essa concepção, consiste no fato de considerar que, a aprendizagem ocorre basicamente através do processo de estímulo-resposta. Ostermann e Cavalcanti (2011) ressaltam que nesse enfoque, o processo de aprender ocorre no momento em que um elemento novo (estímulo neutro) é associado a um elemento já conhecido pelo indivíduo (estímulo incondicionado), e que o faz ter a reação automática em relação a tal ação (eliciamento). De acordo com os mesmos, todo comportamento, poderia ser explicado através do processo de condicionamento. Se um determinado estímulo for associado a uma resposta, conseqüentemente no momento em que este se repetir, a mesma resposta será repetida (Princípio da Frequência).

Na perspectiva educacional, o professor então seria o responsável pelo estabelecimento da relação entre estímulo e resposta desejada, regulando os alunos a apresentarem respostas adequadas. Dessa forma, o aluno aprende como deverá pensar e/ou agir, perante à reincidência do estímulo estabelecido. Aliado à repetição do processo de estímulo-resposta, soma-se a ação do professor em estabelecer de forma breve, a associação entre o estímulo e a resposta

(Princípio da Recentidade). Quanto mais rápida for o estabelecimento da conexão entre a resposta desejada e o estímulo a ele relacionado, mais consolidada será a mesma no indivíduo.

Para Edward Thorndike (1874-1949), outro teórico da corrente comportamentalista, o processo de aprender parte da construção de elos entre os estímulos e respostas existentes em conexões neurais no indivíduo (TOURINHO, 2011). Porém, de acordo com Moreira (1999), Thorndike acreditava que essa associação às conexões neurais partiam do fato de que as ações eram impulsionadas diretamente pelos impulsos, e não através da consciência ou de ideias formuladas pelo indivíduo. Conhecido por ser um teórico do reforço, sua principal contribuição para o behaviorismo, consistiu na formulação da Lei do Efeito (OSTERMANN, CAVALCANTI, DE, 2010). Nessa lei, uma conexão é fortalecida quando a mesma é seguida de um efeito satisfatório ao indivíduo. Dessa forma, na ocorrência futura do mesmo estímulo, a incidência da mesma resposta seria mais provável. O mesmo ocorre, se a conexão for seguida de uma sensação incômoda, sendo então enfraquecida, e dessa forma, faz com que a resposta não seja então repetida pelo indivíduo (MOREIRA, 1999).

Além disso, existe a formulação das leis do exercício e da prontidão (OSTERMANN, CAVALCANTI, DE, 2010). A lei do exercício consiste no reforço de determinada conexão através da prática de determinado exercício (lei do uso) correlacionado aos conceitos abordados. Em contrapartida, se o indivíduo não pratica tal exercício, a conexão é esquecida ou atenuada. Dessa forma, no âmbito educacional, o professor deve propor a prática de determinadas respostas de interesse, através de inúmeros exercícios que fortifiquem determinada conexão, simultaneamente em que são enfraquecidas aquelas que são indesejáveis.

Já a lei da prontidão diz respeito ao fato do indivíduo que está sendo ensinado, apresentar uma maior predisposição em responder de uma determinada maneira, a partir da influência direta do professor (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2011). Dessa forma, considera-se que tais ajustamentos preparatórios, fazem com que se crie uma tendência nos pensamentos e atitudes do aluno, o que os leva a atuar da maneira que é esperada pelo professor.

Na educação, tais concepções seriam inevitavelmente utilizadas. Porém, dentre todos, de acordo com Ostermann e Cavalcanti (2010), o teórico behaviorista que mais atuou nos processos educacionais foi Burrhus Frederic Skinner.

O principal ponto de vista da teoria de Skinner, parte do fato da aprendizagem estar associada à mudança de comportamento do indivíduo aprendiz. A educação eficaz provém de uma boa organização de situações que incitem o aluno à remodelação da conjuntura de aprendizagem que ele tem antes do processo. Assim como teóricos behavioristas anteriores, Skinner também considera o ensino, como uma técnica de condicionamento, por meio do uso

de elementos que reforcem determinadas respostas de interesse, de acordo com objetivos predeterminados (OSTERMANN, CAVALCANTI, 2010).

O propósito principal no behaviorismo skinneriano, consiste em se estudar de forma científica o comportamento humano. O alvo nesse estudo, seria conhecer as leis naturais que norteiam as variadas reações no indivíduo durante o processo de assimilação na etapa da aprendizagem. No entanto, o tratamento dado por sua teoria é primordialmente limítrofe, quando se analisa o que ocorre na mente do aprendiz no decorrer do processo de aprender uma nova informação (MOREIRA, 1999). Para Skinner, o que importa realmente nesse estudo, é o que se pode mensurar entre o estímulo dado e a resposta obtida. De acordo com o teórico, elementos que estejam relacionados aos construtos intermediários que não venham a ser observáveis, não devem ter foco nesse estudo.

Para as respostas obtidas pelos indivíduos, de acordo com a teoria de Skinner, se constituirão dois tipos: as operantes e as respondentes. Segundo Moreira (1999), o comportamento respondente está relacionado ao retorno dado pelo indivíduo de forma automática, quando solicitado. Em seu trabalho, ele cita o exemplo da contração da pupila, quando incide no olho uma quantidade de luz em abundância. Em contrapartida, no comportamento operante temos todas as demais respostas aplicadas no mundo exterior ou através dele, ou seja, pelo indivíduo. A maior parte dos comportamentos observados no indivíduo são de natureza operante, sendo que cada um apresenta sua própria peculiaridade, em expressar suas respostas a estímulos específicos.

Para o ensino, o comportamento operante se torna o principal foco para o estímulo do indivíduo a determinadas respostas de interesse. Para Skinner, o indivíduo tem a probabilidade aumentada de aprender determinada informação, se for aplicado um estímulo reforçador logo antes do comportamento operante ser manifestado (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2011). No entanto, acredita-se que para o ensino, o principal objetivo é fazer com que o aluno aprenda determinado assunto, e que possa reproduzi-lo futuramente de forma racional, e não apenas automática.

Nesse aspecto, Moreira (1999) ressalta a diferença entre o condicionamento empregado através do behaviorismo e aprendizagem, ou seja, o processo se constitui através da experiência vivida pelo indivíduo, o que faz com que o mesmo mude um determinado comportamento anterior, através da exploração de novos elementos que ele ainda não tenha se apropriado. Já o condicionamento tem correlação com o aumento da probabilidade de o indivíduo apresentar uma mesma resposta, a partir da associação a um determinado elemento reforçador.

Nessa perspectiva, de acordo com Ostermann e Cavalcanti (2010), para o estabelecimento de um ensino eficiente através da perspectiva skinneriana, existem etapas específicas a serem executadas. Estas seriam: - formação no indivíduo de comportamentos relacionados às informações que se deseja passar, - estudo detalhado das atividades de aprendizagem que serão disponibilizadas ao aluno e efetivação dos passos anteriores, reforçando-os na medida em que as respostas de interesse venham a se manifestar.

Dessa forma, a racionalidade das respostas apresentadas pelo indivíduo seria de certa forma questionável, visto que, em nenhum momento a teoria skinneriana, assim como as demais teorias behavioristas, se ocupem com mecanismos internos da mente. Como já foi visto, o behaviorismo apenas se detém na predição e análise dos comportamentos observáveis do indivíduo, frente a determinados estímulos. Contudo, não se pode desmerecer a importância dessas teorias devido à introdução do estudo do comportamento humano durante o processo ensino-aprendizagem.

No behaviorismo explora-se o esforço incessante pela objetividade, a busca em se explicar as respostas obtidas pelos indivíduos através da conexão estímulo-resposta, e o pouco ou nenhum crédito dado às intenções das respostas obtidas, com exceção, às necessidades e impulsos (MOREIRA, 1999).

No entanto, a história mostra que nenhuma teoria é absoluta desde o princípio, surgindo então várias ideias em oposição. Dentre essas teorias, algumas se destacam por aliar os princípios das ideias behavioristas, com o início do que seriam ideias cognitivistas. As principais ideias implantadas nessa transição, foram feitas principalmente pelos teóricos criadores do movimento alemão chamado de Gestalt e de maneira mais acanhada, com o behaviorismo intencional de Edward Tolman (MOREIRA, M. A. 1999). Nessa última, observa-se uma divergência, comparando-se com as teorias puramente comportamentalistas, quando se diz respeito às variáveis intervenientes cognitivas e intencionais (OSTERMANN, CAVALCANTI, 2010). Tolman considera que entre o estímulo e a resposta, existe um construto teórico chamada cognição, onde é possível conectar as respectivas partes, de modo que a resposta obtida através de um determinado estímulo seja direcionada a àquele propósito.

Naturalmente, com o surgimento da ideia de cognição, apareceram implicações da teoria de Tolman, para o processo de ensino-aprendizagem (OSTERMANN, CAVALCANTI, 2010).

A primeira implicação diz respeito à motivação do indivíduo para tal comportamento, mediante a um estímulo dado anteriormente à resposta. Nesse papel, tem-se a intenção e a meta, orientando toda a ação do indivíduo. Dessa forma, Ostermann e Cavalcanti (2010), sugerem que na atuação pedagógica do professor, ao invés de simplesmente recompensar o aluno por

conta de uma resposta correta, que se evidencie para o aluno qual o caminho alcançado mediante a uma resposta correta. Nesse caso, de acordo com essa perspectiva, a resposta não é mais vista como simplesmente resultado automático, obtido através do estímulo e do reforço. Ela é manifestada também através de um processamento mental do indivíduo, bem mais complexo e menos mecânico (mais cognitivo).

A segunda implicação refere-se ao papel da repetição do reforço no aprendiz, com a intenção de que sejam fortalecidas as conexões existentes entre estímulos e cognições, ou expectativas (OSTERMANN, CAVALCANTI, 2010). Então, diferentemente do que se entendia, as conexões que esclarecem as respostas obtidas pelo indivíduo, não estão relacionadas aos elos existentes entre reforço e respostas, ou entre estímulos e respostas, mas, às conexões existentes entre os estímulos e cognições, ou expectativas desenvolvidas no indivíduo (MOREIRA, 1999). A atribuição do reforço, de acordo com essa vertente, seria a de fazer a expectativa ser efetivada pelo indivíduo. Quanto mais essa ação ocorre, mais o indivíduo fortifica a conexão entre a expectativa e o estímulo.

Já para a terceira e última implicação principal para a educação, a teoria de Tolman institui que, o que é verdadeiramente aprendido pelo indivíduo são: a associação entre o estímulo e o significado, o entendimento da existência de um elo entre os estímulos possíveis, e as expectativas de se chegar à determinada meta (MOREIRA, 1999). Dessa maneira, Ostermann e Cavalcanti (2011) chamam a atenção de que é função do professor estabelecer situações de aprendizagem, em que sejam fortalecidas as conexões entre estímulo recebido, e o significado que se deseja implementar no aluno.

Assim, fica claro a tendência da teoria de Tolman, em não desmerecer os processos mentais existentes no indivíduo, na aprendizagem e conseqüentemente, na tomada de decisões. No entanto, a mesma pelo fato de considerar a dualidade estímulo-resposta, ainda pode ser classificada como uma teoria behaviorista.

Outras teorias que surgiram com o advento do behaviorismo mostravam-se mais abertas à ideia de variáveis interdependentes. Como exemplo, a concepções da teoria psicológica da Gestalt criada pelos psicólogos alemães Max Wertheimer, Wolfgang Köhler e Kurt Koffka. De acordo com Ostermann e Cavalcanti (2011), esta concepção trazia como premissa essencial, a ideia de que o conjunto é muito mais importante que suas peças. Desse modo, a teoria menciona que o indivíduo enxerga o mundo de forma integral. Não se deve considerar, que o indivíduo entre em contato com estímulos isolados do ambiente que o cerca, e sim, tais estímulos inseridos em um contexto relevante para o mesmo. Para o processo da aprendizagem, Moreira (1999) ressalta que, a concepção mais importante seria o do *insight*. Nessa corrente de pensamento,

considera-se um *insight*, a ação de perceber as relações existentes entre elementos presentes em um determinado problema.

Nesse panorama, o professor deve estabelecer situações ao aluno que fosse possível a aprendizagem por insight. Ostermann e Cavalcanti (2011) também ressaltam que, é importante que o professor sinalize ao aluno, a possibilidade de se utilizar tal concepção aplicada a outros problemas.

1.2 TEORIAS COGNITIVISTAS

Inegavelmente dentre os cognitivistas, um dos nomes que se destacaram mais nessa abordagem foi o de Jean Piaget (MUNARI, 2010). Este autor acreditava que o desenvolvimento cognitivo parte de dois princípios: a assimilação e a acomodação. Dessa forma, o indivíduo desenvolveria estruturas de assimilação mentais, para tratar do que o cerca. No momento em que tais estruturas modificam a original, ocorre o surgimento de novos esquemas de assimilação, sendo definida como etapa de acomodação. A inteligência então, seria o processo de assimilação de todos os conhecimentos obtidos a partir da experiência, relacionando-os com o que já é conhecido do indivíduo, adquirido de incorporações já processadas (MUNARI, 2010). O indivíduo só aprende quando ocorre assimilação de determinada informação, e em seguida a mesma é acomodada em sua cognição (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2010, p. 21-22).

Nessa concepção, o professor então faria o papel de um instigador de situações voltadas ao processo de assimilação. Porém, para tal objetivo, deve-se focar no processo de provocação de um certo nível de inquietação na estrutura cognitiva original do aluno. Com isso, pretende-se remodelar a sua estrutura e organização de modo a atingir um certo equilíbrio. Tudo isso se configura como as etapas de assimilação e acomodação tão fundamentais, como proposto por Piaget:

A mente, sendo uma estrutura para Piaget, tende a funcionar em equilíbrio. No entanto, quando este equilíbrio é rompido por experiências não assimiláveis, a mente sofre acomodação a fim de construir novos esquemas de assimilação e atingir o novo equilíbrio.(...) Portanto, na abordagem piagetiana, ensinar significa provocar o desequilíbrio na mente da criança para que ela, procurando o reequilíbrio, se reestruture cognitivamente e aprenda (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2010).

De acordo com a citação supracitada, tal teoria evidencia uma certa adaptação que o aluno deve sofrer ao conhecer algo novo, interpretar e absorve-lo, sendo capaz então de repassar a outros indivíduos tais informações.

É evidente, para quem conhece o dia-a-dia de sala de aula, que instigar um determinado conhecimento em um aluno, nem sempre é uma tarefa fácil de se realizar. Nessa concepção, o principal desafio seria somar metodologias adequadas para provocar esse desequilíbrio cognitivo tão necessário ao processo de assimilação e acomodação, de uma forma mais eficaz.

Muitos desses desequilíbrios já são criados naturalmente, a partir das noções empíricas que o aluno cria em sua vivência com elementos presentes em seu cotidiano. Porém, algumas vezes tais desequilíbrios podem tomar caminhos equivocados e mal estruturados. Um exemplo disso, seria a concepção de tempo e espaço absoluto, que é abordado dentro do tópico de Relatividade Restrita (HEWITT, 2011).

Pelo fato de que, efeitos relativísticos não são tão simples de serem percebidos em nosso cotidiano, os conceitos de comprimento e de tempo parecem coisas que nunca poderiam sofrer alterações. Os acontecimentos do cotidiano são “lentos” e não permitem uma assimilação intuitiva que nem o espaço e nem o tempo são elementos absolutos.

Nesse ponto, é importante que o professor possa intervir e ressaltar que, a partir dos estudos realizados principalmente por Einstein, e comprovados mais à frente através do avanço da tecnologia, que tais grandezas (espaço e tempo) seriam relativos e não absolutos:

Outra influência da teoria de Piaget no ensino de Física é o recurso aos métodos ativos, conferindo-se ênfase à pesquisa espontânea da criança ou do adolescente através de trabalhos práticos para que os conteúdos sejam reconstruídos pelo aluno e não simplesmente transmitidos. Mas as ações e demonstrações só produzem conhecimento se estiverem integradas à argumentação do professor. (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2010)

O aluno quando é ativo no processo de construção das ideias, consegue abstrair e entender de forma mais eficiente o conteúdo trabalhado nas aulas. Esse termo ativo significa que ele procure e desenvolva o conhecimento de forma espontânea, não sendo motivado apenas por conta de uma nota, ou de uma aprovação.

É comum observar, metodologias que priorizam apenas a forma de transposição de conhecimentos através da metodologia expositiva (também chamada de metodologia tradicional). Infelizmente, muitos professores de Ciências Naturais, ainda insistem em utilizar tal metodologia, dando ênfase apenas à sequência imposta dos livros didáticos e reforçando a memorização de informações isoladas, que deverão ser utilizadas no momento da execução de uma prova escrita, não importando muito se o aluno logo em seguida, esquece ou não o que foi “memorizado”.

Provavelmente, isso é devido ao fato da maioria dos professores de Ciência ainda não terem reformulado sua dinâmica durante a formação, em face da mudança existente no perfil

de alunos que o professor se depara em sua sala de aula, principalmente a partir do ensino fundamental (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011, p. 127).

Outra teoria cognitiva importantíssima, consiste na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (1918-2008). Vindo de uma família judia e pobre, se tornou um dos maiores expoentes da psicologia da educação estadunidense, teorizando sobre a aprendizagem significativa como forma eficiente de aprendizagem por parte do aluno (BIOGRAFIAS Y VIDAS, 2015). Nesta teoria, existe o pressuposto de que o aluno deva interagir com seus colegas e professores, para que o conhecimento em questão seja interiorizado de forma significativa. Tal objetivo, só ocorrerá se o conhecimento foco do aprendizado, tiver uma relação direta com algum conceito que o aprendiz já conheça e tenha domínio (o que é chamado de subsunçores). Moreira e Masini (2001) reforçam tal ideia quando dizem que:

Novas ideias e informações podem ser aprendidas e retidas na medida em que conceitos relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo e funcionem, dessa forma, como ponto de ancoragem para as novas ideias e conceitos. (MOREIRA; MASINI, 2001, p. 14)

O termo subsunçor é definido como sendo uma estrutura preconcebida existente que atua como se fosse um elo de ligação entre o conhecimento prévio do aluno e aquele que se pretende abordar (OSTERMANN, CAVALCANTI, 2010). Desse modo, a aprendizagem significativa acontece quando existe o processo de ancoragem entre os conhecimentos. Tais subsunçores, seriam constituídos também, através de experiências vivenciadas pelo aluno em seu cotidiano. Delizoicov et al. (2011) afirmam que muitos conhecimentos são interpretados e assimilados pelos alunos, através de experiências que são vivenciadas diretamente pelo mesmo em seu cotidiano.

A necessidade de se ancorar conhecimentos que se deseja ensinar, com elementos que já fazem parte dos conhecimentos prévios do aluno, é ponto crucial na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. Surge aqui uma barreira a ser transposta, o professor tem que identificar elementos conceituais que já fazem parte da vivência do aluno. A partir desses, existe a possibilidade de construir condições à ampliação do espaço cognitivo do aluno.

O caminho que deve ser percorrido é a confecção e utilização de materiais que sejam potencialmente favoráveis à interiorização dos conceitos de Física abordados em sala de aula de forma mais participativa. Muitas vezes na prática docente observa-se o contrário, ou seja, o conhecimento em questão é simplesmente repassado ao aluno de forma mecanizada. Tal prática, caminha na contramão da aprendizagem significativa, fazendo com que os conhecimentos sejam retidos pelo aluno de forma arbitrária e literal (OSTERMANN, CAVALCANTI, 2010, p. 23).

Esse armazenamento direto, sem que haja uma associação a algo que o aluno já conheça, faz com que tal informação se aloje de forma superficial, configurando-se na maioria das vezes como algo que não será efetivamente compartilhado pelo aluno, a outros indivíduos de sua sociedade. É comum um aluno do ensino médio de matemática se perguntar por que se deve estudar logaritmo, ou de um aluno de química ficar inquieto diante do diagrama de Linus Pauling. Com os alunos de Física, não é diferente, quando surge o questionamento sobre o porquê de se estudar o experimento de difração de Young, conceitos sobre efeito fotoelétrico e radiação do corpo negro.

Para que esses problemas sejam minimizados, a abordagem proposta pela teoria de Ausubel descreve pelo menos quatro etapas que seriam fundamentais para o ensino do conteúdo de Física de forma significativa. Primeiro, a construção dos conceitos deve seguir uma sequência em que o grau de complexidade seja aumentado de forma gradativa. Exige-se que o aluno não seja promovido para a próxima etapa sem a completa compreensão dos conceitos abordados nessa etapa. Caso contrário, corre-se o risco de o aluno se desestimular com algo que ele julgue incompreensível.

Na segunda etapa, dedica-se para a identificação dos pontos cognitivos de ancoragem (subsunçores) sobre o assunto, que se deseja ensinar e aquele que o aluno possui. Durante a terceira etapa, identifica-se dentre os subsunçores elencados, aqueles que poderiam ser considerados como possíveis ancoras ao assunto que será lecionado. Muitos conhecimentos que deveriam ser inerentes ao aluno de ensino médio, nem sempre foram bem estabelecidos durante o ensino fundamental, então é importante se fazer uma sondagem anterior a explanação do conteúdo novo.

Por fim, na última etapa, deve-se direcionar para a utilização de recursos e formas de ensino que facilite o processo de assimilação do conteúdo por parte do aluno. Nesse processo, o professor avalia quais materiais podem proporcionar o nível de abstração necessária ao aluno. O material deve ser capaz de aumentar a criatividade e a capacidade de associação dos conceitos aos fenômenos da Natureza (OSTERMANN, CAVALCANTI, 2010).

1.3 TEORIAS HUMANISTAS

Uma outra linha de raciocínio pós-behaviorismo para estabelecer a aprendizagem adequada, seria a diretriz humanista do ensino. Nessas teorias, não se despreza o aspecto comportamentalista visto anteriormente, muito menos o cognitivismo. No entanto, não existirá

mais o foco exacerbado no intelecto humano. Tal linha de raciocínio considera que a aprendizagem envolve a inteligência, o físico, mas também o aspecto sentimental do aluno.

Carl Rogers (1902-1987), eminente psicólogo americano de sua época, considerava que na educação, o professor deveria ser sempre um facilitador da aprendizagem através do direcionamento do aluno para a construção do próprio conhecimento (ZIMRING, 2010). Não se deve pensar que seja possível simplesmente abastecer o aluno de conhecimento. O aluno vai aprender, mas através de seu próprio esforço e prática, sendo direcionado através da ação facilitadora do professor. A ideia é que o aluno interaja diretamente e construa a capacidade de questionamento através do senso crítico. Essa criticidade parte da ideia de que, uma informação só se torna confiável, se a mesma tiver sido obtida a partir do processo de investigação da mesma por quem aprende. Para que o professor se torne um facilitador da aprendizagem do aluno, o mesmo

[...]precisa ser uma pessoa verdadeira, autêntica, genuína, despojando-se do tradicional “papel”, “máscara”, ou “fachada” de ser “o professor” e tornar-se uma pessoa real com seus alunos (OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. D. H., 2010, p. 24).

Para Rogers, o professor deve criar um ambiente que seja o mais favorável possível ao processo de ensino, tornando sempre os objetivos claros e evidentes ao aluno, e se dispondo como alguém que está presente para ajudar o aluno a atingir seus objetivos (ZIMRING, 2010). Com base em tal proposta, o estabelecimento humanizado do professor perante seus alunos, facilitaria o engajamento dos mesmos no processo de ensino-aprendizagem. Por muitos anos, o professor foi (e é em muitos casos ainda), visto como alguém inatingível e que seu papel é simplesmente o de passar o conteúdo da grade curricular, para ser absorvido pelos alunos. Não haveria então, um relacionamento humanizado entre professor e aluno.

De acordo com Rogers, tal forma de mediar a transmissão de conhecimento não seria a mais adequada. Para ele, a aprendizagem significativa relaciona o indivíduo em sua totalidade, considerando tanto os seus sentimentos como o intelecto. Dessa forma, tais conhecimentos seriam interiorizados pelo aprendiz de forma mais duradoura. Ao mesmo tempo, torna-se importante estimular que o aluno se desenvolva como aprendiz, apresentando criatividade e autoconfiança em suas ações (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2010, p. 25). Tais características, são obtidas mais facilmente, no momento em que o mesmo desenvolve sua autocrítica, caracterizando a mesma com importância prioritária em suas práticas educacionais.

Essa abertura só é permitida na teoria de Rogers, se o aluno estiver totalmente direcionado ao objeto de estudo. O professor exerce o papel de mediador, propondo ideias a serem pensadas e repensadas pelo aluno, no intuito de que o contexto de seu aprendizado seja

construído a partir da sua autocrítica. Ressalta Rogers, que não é possível estabelecer uma aprendizagem de forma verdadeira, a não ser que o aluno trabalhe os problemas relacionados a disciplina, como sendo reais ao mesmo. Tal fato, só é possível se o professor se apresentar ao aluno, como alguém autêntico e sincero (ZIMRING, 2010). O professor que conseguir acolher e aceitar o aluno, estimando sem reservas, compreendendo de forma sincera seus temores, expectativas e desânimos, no momento em que é colocado um novo assunto, facilitará enormemente o estabelecimento de uma aprendizagem real e inovadora (ROGERS, 1959).

Podemos também citar como representante da corrente humanista, o estadunidense George Kelly (1905-1967). Este defende que os processos mentais de um indivíduo estão desenvolvidos quando ele consegue antecipar possíveis eventos através do modelo de funcionamento de tal fenômeno. Dessa forma, se um indivíduo consegue abstrair o comportamento de determinado fenômeno, sem que seja necessário vê-lo na prática, isso é um indício de que o indivíduo construiu uma estrutura cognitiva suficiente para entender o fenômeno (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2011).

Os alunos podem ser considerados como cientistas em seu dia a dia, mesmo antes de iniciarem os respectivos estudos em áreas científicas na escola do ensino médio. Exemplo disso é que o ser humano teoriza sobre o que ocorre à sua volta e elabora teorias próprias para tentar explicar elementos naturais presentes em sua vida, ou seja, o que pode ser definido como conhecimento popular.

Nesse ponto, o professor ganha um papel de extrema importância, desde o reconhecimento dessas teorias próprias, até a relação que as mesmas podem ter, com os conhecimentos que se objetiva trabalhar na aula:

Uma tarefa do professor, segundo o construtivismo de Kelly, consiste em apresentar aos estudantes, situações através das quais seus construtos pessoais possam ser articulados, estendidos ou desafiados pelos construtos formais da visão científica. Adotar o ponto de vista kellyano não significa que os alunos deveriam ser deixados a si mesmos para que construam suas visões do mundo sem que lhe sejam apresentadas as teorias científicas (e relativamente melhores). Entretanto, o essencial é que tal conhecimento formal seja apresentado como hipotético e passível de reconstrução e avaliação por parte do aluno (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2010, p. 26).

O processo de aprendizagem, aqui, é focado na construção do conhecimento por parte do aluno, a partir de evidências construídas que se baseiam na coletividade e nas evidências. É fundamental que o aluno tenha a visão necessária para entender que, suas próprias teorias só serão confirmadas, se as mesmas forem verificadas, inicialmente de forma cognitiva, e em seguida a partir da experimentação.

2 DIFERENTES MÉTODOS PARA O ENSINO DE FÍSICA

A quantidade de dados retidos pelo aluno depois de um certo tempo é totalmente diferente, dependendo do método de ensino utilizado para se abordar certos assuntos. A Tabela 2 apresenta dados comparativos entre diferentes métodos de ensino (PILETTI, C., 2004).

Tabela 2 - Comparativo entre método de ensino x tempo de retenção dos dados de acordo com Piletti (2004).

Método de ensino	Dados retidos depois de três horas	Dados retidos depois de três dias
Somente oral	70%	10%
Somente visual	72%	20%
Visual e oral simultaneamente	85%	65%

Fonte: Piletti (2004)

Através desses dados, pode-se observar que, por meio do uso de recursos que utilizam simultaneamente a visão e a audição, o aluno consegue acomodar por um maior tempo, a informação que é evidenciada no momento da aula, em comparação à utilização de tais sentidos de forma isolada. Com relação às possibilidades de recursos existentes, Freitas (2007) faz uma definição mais ampla, englobando o termo recursos, mais também tecnologias educacionais e equipamentos didáticos como sendo qualquer meio que permita estimular mais o aluno da aproximação de um determinado conteúdo, através de uma metodologia de ensino pré-estabelecida. A mesma autora ressalta que a variedade de recursos audiovisuais é muito grande nas escolas brasileiras.

Delizoicov (2011) enfatiza que há uma crescente produção de materiais didáticos voltados ao ensino de temáticas relacionados aos conhecimentos mais recentes. Esses materiais auxiliariam o professor em sua atividade docente, facilitando o processo de transposição didática dos assuntos aos alunos. O uso de recursos didáticos determina uma atenção especial a determinados requisitos para que se estabeleça o melhor caminho a ser seguido pelo professor, afim de se criar um processo pedagógico mais eficiente. A Tabela 3 apresenta alguns recursos destacados no trabalho de (FREITAS, O.2007).

Tabela 3 - Classificação Brasileira dos Recursos Audiovisuais.

Recursos visuais	Recursos auditivos	Recursos audiovisuais
Álbum seriado	Aparelho de som	Filmes
Cartazes	Discos	Dispositivos e diafilmes com som
Exposição	Fita cassete	Cinema sonoro
Fotografias	CDs	Televisão
Flanelógrafo	Rádio	Videocassete
Gráficos	CD-ROM	Programas para computadores com som
Gravuras		Aparelho de DVD
Mapas		Computador
Modelos		
Mural		
Museus		
Objetos		
Quadro de giz		
Quadros		
Transparências		

Fonte: Maria Rosângela Mello – CRTE Telêmaco Borba apud Freitas (2007)

Sobre essa temática, Clebsch e Mors (2004) concluem que o nível de motivação pela disciplina de Física, quando utilizado recursos audiovisuais, é bem maior se comparado às turmas que tem contato somente através do formato de aula tradicional. De acordo com os autores, é necessário que se tenha uma certa preocupação em se trabalhar assuntos de Ciências, direcionando tais conceitos para a melhor compreensão da Natureza pelo aluno. Os conceitos de Física trabalhados não podem ser afastados da significância que os mesmos devem ter, necessitando sempre considerar o princípio norteador do ensino como sendo o enfoque em elementos prévios que já são significativos ao aluno (concepções alternativas e mudanças conceituais).

Mesmo com a possibilidade do uso de tais recursos, nem sempre os mesmos foram utilizados, ou são utilizados de maneira que não despertam interesse dos alunos. Em contrapartida ao uso eficiente de tais recursos, se observou com o passar dos anos, que as disciplinas de cunho matemático-científico, em especial a Física, adquiriram a imagem de disciplinas extremamente complicadas, principalmente por alunos do ensino médio (MOREIRA, 1983).

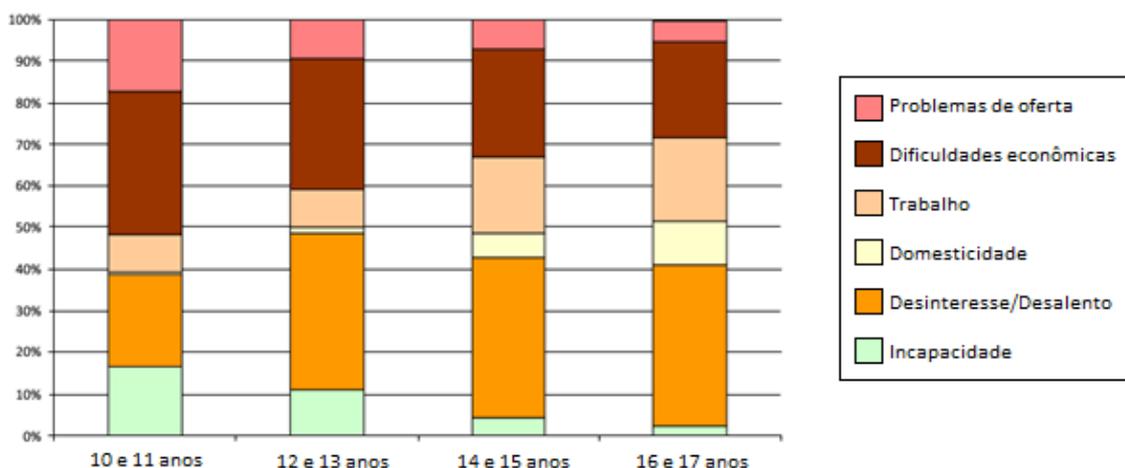
De acordo com Bonadiman e Nonenmacher (2007), geralmente o aluno quando encerra o ciclo do ensino fundamental e adentra no ciclo do ensino médio, vem motivado a conhecer

mais sobre as perspectivas científicas, muito devido à curiosidade. O aluno cria dentro de si uma expectativa geralmente muito grande no estudo da disciplina, pois a priori, ela trataria de assuntos que muitas vezes, beiram à ficção científica. No entanto, o que se vê na maioria das vezes, é que o contato com a disciplina, faz com que toda a motivação e curiosidade pelo estudo, se transforme em um desapontamento que chega a ser traumático.

Esse sentimento está relacionado à forma como a disciplina é trabalhada, muitos alunos não se motivam para estudar a disciplina. Acredita-se a partir de trabalhos como os de Kleer, Thielo e Santos (1997) que o ensino de Física, deveria instigar o aluno ao senso da curiosidade e investigação, pois a mesma tem como fonte de estudo os fenômenos da natureza que estão presentes em nosso cotidiano. No entanto, ainda existe essa dificuldade na abordagem dos conceitos de Física, o que prejudica o processo de correlação com os conceitos preconcebidos que o aluno possui (conhecimentos prévios).

Dados do Sistema de Información de Tendencias Educativas en América Latina (SITEAL) mostram que um dos maiores motivos do abandono na faixa etária, que compreende o ensino médio (geralmente entre 14 a 17 anos), é o enorme desinteresse por parte do assunto abordado, conforme pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 – Motivos associados com o abandono escolar, segundo grupo de educadores da América Latina (2010).



Fonte: http://www.siteal.iipe-oei.org/sites/default/files/siteal_2013_03_13_dd_28_0.pdf, acesso em 31 de maio de 2016

Tal estatística se mostra extremamente preocupante, pois manifesta a evasão escolar que vem ocorrendo nos últimos anos, muito creditada ao fraco desempenho dos alunos, consequência direta da falta de interesse pelos assuntos abordados na escola (BONADIMAN; NONENMACHER, 2007). Aqueles que “suportam” o dia a dia de expectador das aulas sentem-se desmotivados pela falta de perspectiva da aplicação dos conceitos trabalhados em sala. Isso

demonstra que o processo mecanizado e repetitivo compromete a aprendizagem do aluno. É o que ressalta Júnior (2008) em seu artigo retratando a problemática de resolução de problemas:

É basicamente essa característica que faz diferenciar um problema de exercícios. No caso destes últimos, a solução pode ser rapidamente encontrada a partir do uso de mecanismos já disponíveis. Não se trata de uma situação nova. Todavia, tanto exercícios quanto problemas são indispensáveis à aprendizagem. Os exercícios de lápis e papel funcionam bem na organização do conhecimento que está em desenvolvimento, auxiliando a consolidação dessas novas ideias. Entretanto, a partir do momento em que a resolução de exercícios torna-se uma repetição mecânica, a mesma não traz novos desafios e precisa, portanto, ser superada. (JÚNIOR; FERREIRA; HARTWIG, 2008)

A prática de resolução de exercícios continua sendo positiva. No entanto, deve-se aplicar outros métodos para estimular o processo de aprendizagem do aluno. Por exemplo, a resolução de problemas que envolvam situações do cotidiano que não foram apresentadas pelo professor.

A seguir, são detalhados alguns formatos metodológicos que podem complementar a prática do professor, sendo que algumas já são muito utilizadas na educação, inclusive aliados com os recursos audiovisuais anteriormente abordados.

2.1 ENSINAR ATRAVÉS DE SEMINÁRIOS

O ensino tradicionalista ainda é praticado em diversas escolas do ensino fundamental, médio e até mesmo nas universidades. Schneuwly e Dolz (1999) descrevem que toda ação de linguagem (seja oral ou escrita) sugere ao indivíduo a capacidade de atuar e/ou discutir em relação aos assuntos abordados. Dessa forma, considerar como aprendizado, a simples reprodução dos conceitos de forma oral ou escrita, sem que o indivíduo tenha a capacidade de usá-los em situações cotidianas, se constitui um erro.

Sob o ponto de vista de Sacristán e Pérez Gómez (1998) existe uma grande diversidade de grupos de pessoas presentes em uma sala de aula, o que pode favorecer a diversificação de possibilidades de interações realizadas entre os indivíduos. Dentre essas possibilidades, uma prática que tem sido utilizada há muito tempo é o uso de seminários.

De acordo com Balcells e Martin (1985), desde o final do século XVII, a prática de seminários como atividades pedagógicas vem sendo usada nas universidades da Alemanha. O objetivo foi a mobilização dos alunos para as tarefas particulares de estudo, estimulando-os na cooperação intelectual e no exercício de buscar as informações de forma autônoma. Essa prática é utilizada, de acordo com Veiga (1991), de uma maneira que possibilite a formação de grupos

e, dessa forma, os trabalhos de estudo e investigação sobre uma determinada temática sejam efetuados, sempre sob a supervisão de um professor mediador.

Nas escolas brasileiras existem uma considerável ênfase, no uso exclusivo da linguagem escrita pelos professores de Língua Portuguesa. É sabido que existem casos do uso de seminários em todos os níveis de ensino (médio, superior e pós-graduação) como métodos auxiliares de aprendizagem. Porém, o uso da linguagem oral ainda não é tratado como um objeto de ensino. Essa realidade também faz parte das aulas de Física, sendo que os trabalhos orais e em grupo são pouco explorados na totalidade de suas potencialidades educativas nas escolas de ensino fundamental e médio (GOULART, 2006).

Provavelmente, muitos profissionais da educação ainda apresentam um certo receio pela mudança de suas práticas educacionais (LEAL, 2005). Esse sentimento, faz com que, novos caminhos pedagógicos sejam impedidos de serem implementados no dia a dia de sala de aula. Naquele mesmo trabalho, a autora também ressalta que, para existir a coragem e motivação do professor em modificar suas práticas, é necessário que o docente procure absorver conhecimentos sobre a natureza didática de sua carreira. Tal processo, visa que o profissional evite que sua ação pedagógica fique estagnada a uma única ação metodológica de ensino.

A prática de seminários já vem sendo trabalhada nos cursos superiores e de pós-graduações em todo o Brasil. Rangel (2005) define o seminário como sendo uma forma de abordar subtemas relacionados a um tema mais amplo (tema geral). Dessa forma, uma pessoa ou um grupo de pessoas realiza a exposição do assunto à turma ou plenária. A plateia atua como agente ativo no processo de aprendizagem através da autonomia para encaminhar apontamentos e questões em momentos oportunos. Nesse processo, o professor atua como o mediador para que não ocorram desvios dos assuntos abordados durante as atividades.

Se o seminário for coordenado por um grupo de alunos, observa-se o estabelecimento de uma das alternativas para o exercício de um processo de aprendizagem cooperativa. O professor mediador pode estimular a interação e a troca de ideias entre os alunos (BARBOSA; JÓFILI, 2004), (FATARELI et al., 2010). Além da organização das ideias, os alunos aprendem a defender as suas argumentações, o que contribui para a diminuição do receio por falar em público.

Johnson e Johnson (1999) indicam que as características do trabalho cooperativo podem ser elencadas como: a interdependência, a interação estimuladora face a face, a responsabilidade individual e de grupo, as habilidades interpessoais e de pequeno grupo, e o processamento em grupo. Com relação a interdependência positiva, observa-se que o aluno quando inserido nas atividades de elaboração e apresentação de um seminário em grupo, experimenta o sentimento

de inclusão, pois é estabelecido um conjunto de indivíduos que prezam por um mesmo objetivo: o domínio do assunto. Dessa forma, cada elemento do grupo estabelece um certo nível de preocupação, em relação à aprendizagem do outro, o que favorece as trocas e discussões sobre os conceitos relacionados ao subtema a ser apresentado (FATARELI et al., 2010).

Na interação estimuladora face a face, existe o processo cooperativo de aprendizagem entre os alunos. Aqui, existe o contato direto entre os alunos e o estabelecimento das relações sociais. Durante essa etapa, ocorre a motivação necessária para o aprofundamento do conhecimento que é construído de forma coletiva.

Na responsabilidade individual e de grupo, todos os integrantes são responsáveis pelos elementos que serão necessários à apresentação, inclusive preocupando-se com o nível de compreensão do assunto pelo grupo. Dessa forma, cria-se um sentimento de mobilização de cada aluno à adequação satisfatória do trabalho, pois o sucesso individual só é estabelecido, no momento em que todos atingem-no por igual.

As habilidades interpessoais e de pequeno grupo são caracterizadas pelas competências de comunicação, confiança, liderança, decisão e resolução de conflitos. Elas devem ser aprimoradas de forma conjunta, por cada integrante do grupo. Tais habilidades, são importantíssimas para o desenvolvimento da cidadania de cada integrante. O professor mediador atua novamente como o responsável pelo estabelecimento da motivação necessária para a construção das habilidades (FATARELI et al., 2010).

Por fim, o processamento em grupo é definido como a avaliação que o grupo possui acerca do processo de aprendizagem antes, durante e após à apresentação do seminário à plateia. Nessa etapa, os integrantes devem trocar opiniões e se questionarem se os objetivos que foram propostos antes da apresentação do seminário foram alcançados. Caso contrário, quais foram as falhas e como corrigi-las. O professor atua como agente ativo nesse processo para a compreensão dos assuntos que não foram respondidos. Stahl (1996) afirma que o professor deve decidir e expor os objetivos das atividades a serem realizadas, executar a distribuição dos alunos, nos respectivos grupos, esclarecer a atividade a ser executada pelos grupos, propiciar condições para o funcionamento da atividade cooperativa de forma efetiva, efetuar intervenções quando necessário, analisar e avaliar o nível de aprendizagem dos alunos e promover a avaliação do grupo, além de tecer comentários a respeito do desempenho dos alunos.

2.2 ENSINAR UTILIZANDO BANNERS - BIOGRAFIAS

Os trabalhos que desencadearam os principais avanços tecnológicos, advindos das ciências, não surgiram da noite para o dia. Vários conhecimentos, que hoje servem de base para diversas tecnologias, levaram anos até serem consolidados. Exemplo disso, são as teorias que se tornaram concisas em explicar os conceitos de condução de calor e até chegar às teorias da termodinâmica. Antes do aprofundamento destas, várias máquinas térmicas foram desenvolvidas, aperfeiçoadas e implementadas durante muito tempo, até que, com o esforço de teóricos interessados pela área, foram desenvolvidos conhecimentos que se tornaram interdisciplinares. Tais conhecimentos serviram como base para conquistas tecnológicas, humanas e econômicas que estão presentes nos dias atuais (NEVES, 1998).

Para o desenvolvimento da Física Moderna e Contemporânea, essa realidade não foi diferente. Em 14 de dezembro de 1900, o físico alemão Max Planck afirma que teria chegado a um resultado científico, que poderia ser equiparado aos que foram alcançados por sir Isaac Newton a dois séculos antes daquele momento. Tal resultado, consistia na hipótese de que a energia só era gerada e absorvida, em pequenos pacotes denominados quanta, o que rompia com a ideia vigente na época, que interpretava a energia como fluxo contínuo. A partir daí foi inaugurada a teoria quântica, na qual norteia todos os comportamentos presentes na escala atômica (VIDEIRA, 2015).

Enxergar o ensino de ciência como sendo apenas um somatório discretizado de conhecimentos, prejudica qualquer possibilidade de construção do conhecimento (NEVES, 1998). Descobrir a Ciência, mais precisamente a Física, considerando a complexidade de sua construção e de seu desenvolvimento, é um dos princípios fundamentais para que o conhecimento se torne inteligível aos alunos (ROBILOTTA, 1988). Tal caminho, poderia resultar em mudanças consideráveis na forma como o professor trabalha com os alunos. Superar a concepção da Física como sendo apenas um aglomerado de processos matemáticos necessários para se chegar a um resultado, e tornar isso visível para os alunos, poderia acarretar mudanças consideráveis na forma como o aluno enxerga a disciplina (ROBILOTTA, 1988), (MATTHEWS, 1995), (HÜLSENDEGER, 2007).

Existe então uma influência direta na construção dos currículos escolares, fazendo predominar uma visão cartesiana imperante, que desvirtua o propósito da educação. De acordo com Neves (1998), o que tem sido percebido, é que a ciência de maneira geral é ensinada na maioria dos casos, como um conhecimento pronto que é entregue aos alunos, sem fins de integração com as demais ciências existentes e com as necessidades da sociedade atual. Assim,

o uso de abordagens históricas do desenvolvimento da ciência poderia resultar em uma mudança considerável na forma com que os conhecimentos científicos são vistos nas diferentes esferas (KUHN, 2006).

Uma alternativa para mudar essa concepção, seria o trabalho conjunto entre a Física e a História da Física. Estimular os alunos a verificarem a construção dos conhecimentos presentes nos currículos e por consequência nos livros didáticos de Física, faz com que o assunto fique mais próximo da realidade do aluno. O uso das biografias em apresentações orais através de banners, na confecção de resenhas, em pesquisas, faria com que os mesmos pudessem ter contato direto com esses pesquisadores e pesquisadoras que contribuíram de forma decisiva para o conhecimento de nossa atual sociedade.

2.3 ENSINAR ATRAVÉS DA TECNOLOGIA

É visível e incontestável, que já há algum tempo, as Tecnologias de Informação e Comunicação (*TIC's*) têm transformado a prática de todos os setores de nossa sociedade (BARANAUSKAS et al., 1999). Tal panorama, não poderia ser diferente na educação com o desenvolvimento de recursos tecnológicos, principalmente aqueles oriundos da microinformática. De acordo com Giroto, Poker e Omote (2012), isso representa uma incrível perspectiva na escolarização de diversos alunos de diferentes níveis.

Os recursos categorizados como *TIC's* se mostram como ferramentas extremamente favoráveis ao estabelecimento de possibilidades, permitindo que o aluno consiga absorver os conteúdos de forma mais dinâmica.

No entanto, a quantidade de assuntos que é exigida hoje, assustaria qualquer professor que pudesse viajar do passado para os dias atuais. O currículo que é abordado nas escolas, visa que o aluno possa ler e compreender diversas modalidades de textos, ao invés de simplesmente memorizá-los, e que também tenha a capacidade de resolver diversos tipos de problemas, desde os puramente matemáticos até os que tenham cunho científico-tecnológico (BRASIL, 2014).

Atualmente, existe uma consequência direta da necessidade que o aluno tem de obter informação, ou seja, é cada vez maior a disseminação de informações através das diversas ferramentas computacionais existentes. A criança/adolescente encontra através do computador, celular, tablets entre outros meios, uma forma de interagir com variados conteúdos, de uma maneira ativa e construtivista, tornando esse meio um elemento presente e enraizado culturalmente na sociedade atual (VILLARDI, OLIVEIRA, 2005).

Mesmo que as ferramentas utilizadas em grande parte das salas de aula, continuam as mesmas do século passado, as demandas sociais referentes ao que hoje o aluno deve conhecer, aumentaram drasticamente. Dessa forma, é necessário se colocar em prática, uma nova visão referente ao processo de ensino-aprendizagem, incluindo tais ferramentas no âmbito educacional como elementos facilitadores para o processo (BRASIL, 2014).

Existe a necessidade de diálogo sobre como as *TIC's* podem ser inseridas no ambiente educacional. Valente (2005) ressalta, que embora tais sofisticções tecnológicas estejam sendo evidenciadas no ensino, dois fatores merecem atenção quando se diz respeito à implantação de tais recursos: - o domínio do técnico e do pedagógico não deve acontecer de modo estanque, e deve-se ter atenção, em relação à especificidade de cada tecnologia.

Para Brasil (2014), três elementos são extremamente importantes para se melhorar a educação. O primeiro diz respeito à extinção da ideia de ensino como mera transmissão de conteúdo, em detrimento ao surgimento de novas metodologias que permitam que o aluno desenvolva competências necessárias, para que de forma autônoma, o mesmo possa interagir com o conteúdo estudado. O segundo elemento, seria a qualidade educativa proporcionada através dos professores. É notório que se o docente não tiver aptidão em produzir situações de aprendizagem, o aluno não desenvolverá nenhuma evolução em seu aprendizado.

E o terceiro elemento, seria justamente o uso de tecnologia na educação, criando-se ambientes de ensino e aprendizagem e com isso, facilitar o desenvolvimento das competências esperadas pela sociedade e economia. Existe uma vasta quantidade de tipos de tecnologias que podem ser evidenciados nesse intuito. Dentre elas, podemos categorizar em quatro categorias: dispositivos, serviços, conteúdos e aplicativos digitais (BRASIL, 2014).

Em seu artigo intitulado, Klein (2007) evidencia que, o conceito de dispositivo é muito utilizado, tendo uma abordagem unidimensional de cunho propriamente técnico e tecnológico, mas também seguindo uma abordagem multidimensional que engloba a tríade sociedade, tecnologia e linguagem. Tais abordagens emergem do fato de que, equipamentos como tablets, celulares, microcomputadores, entre outros, são mecanismos que possibilitam que seres sociais troquem informações entre si, mas também que os mesmos interajam com tecnologias que possibilitem melhorias em uma determinada sociedade.

Sem sombra de dúvida, o principal serviço digital na educação, corresponde à conectividade (BRASIL, 2014). Tal termo é derivado da palavra conexão, que em informática, corresponde à comunicação entre dispositivos computacionais (FERREIRA, 2001).

Infelizmente, nem todas as escolas possuem uma conectividade adequada, sendo que em determinadas situações ela nem existe. No entanto, observa-se que existe esforços em

determinadas regiões, no intuito de prover recursos de banda larga na maioria das escolas do país. Mesmo com essas dificuldades, pesquisas recentes mostram que, cada vez mais crianças e adolescentes tem utilizado a internet regularmente (BRASIL, 2014).

Com relação a isso, tanto professores como alunos, nessa magnitude existente de conteúdo, podem ser considerados como “produmidores”. Esse termo é oriundo do fato de que, através da conectividade estabelecida entre os dispositivos, não apenas é possível a consumir informações, mas também a possibilidade de adaptação e produção de novos conteúdos, inclusive de forma colaborativa. Para educação, tal panorama se torna extremamente potencializado, visto que permite a troca de conhecimentos dentro e fora do espaço da sala de aula, e ao mesmo tempo, permite que o aluno tenha a possibilidade de explorar de forma autônoma, vários conhecimentos disponibilizados através da internet.

Tal repercussão só é presente graças ao fato de que, além da troca e criação de conteúdo, as pessoas de maneira geral têm interesse em aplicar seus dispositivos em algo que não seja apenas abstrato (BRASIL, 2014). Assim, tem-se o uso e desenvolvimento de aplicativos voltados à educação. A criação e o uso de jogos computacionais por exemplo, é uma entre tantas formas possíveis de utilizar a tecnologia nas práticas pedagógicas, como mecanismo que possa despertar o interesse do aluno, estimular o dinamismo no processo de aprendizagem e ainda estabelecer a interdisciplinaridade entre programação e a disciplina específica que se ensina.

Em plena era moderna, observa-se que a utilização de jogos computacionais no âmbito escolar, vem mostrando resultados, durante todo o ciclo estudantil do aluno (LOPES, 2011). Estes jogos, inicialmente colocados como uma simples forma de obtenção de diversão e lazer, se configuram como importantes ferramentas de mediação, estimulando o aluno para o conteúdo abordado da disciplina e a transposição dos assuntos para algo concreto e usual.

Além disso, ocorre o despertar para o aprimoramento das habilidades computacionais (VILLARDI, OLIVEIRA, 2005). Por isso, o uso e a criação de jogos computacionais se apresentam como, alternativas metodológicas importantes para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem. Se adequadamente aplicados, os alunos ganham um enorme poder de absorção intelectual, visto que o interesse do mesmo em utilizar as ferramentas relacionadas, estabelece um processo cognitivo bem mais intensificado do que formatos de aprendizagem exclusivamente tradicionais (DORNELES; VEIT; MOREIRA, 2005) e (FINKELSTEIN et al., 2005).

Nessa tarefa, o professor adquire o papel fundamental de estabelecer um ambiente propício ao uso da tecnologia, estimulando o aluno a adquirir novos conhecimentos, e a ter a capacidade de se comunicar de forma espontânea, civilizada e coerente. Para essa tarefa, é

necessário que o professor conheça as principais tecnologias educacionais, caso contrário, não é possível atingir os objetivos esperados (UNESCO, 2008). Para Giroto, Poker e Omote (2012), tal necessidade configura um desafio fundamental para as Universidades e gestores de instituições educacionais. Estes possuem a responsabilidade de proporcionar condições favoráveis para os professores, desde a formação tecnológica dos mesmos, até a disponibilidade de recursos didático-pedagógicos a serem utilizados no âmbito educacional.

Para a sobrevivência em um mercado de trabalho tão competitivo, já não é suficiente ofertar práticas educacionais tradicionais aos alunos (UNESCO, 2008). Dessa forma, utilizar recursos que antes seriam inimagináveis em sala de aula, faz com que, momentos de aprendizagem sejam cada vez mais enriquecedores.

Com a criação do marco curricular para o Projeto Padrões de Competência em *TIC* para professores (ICT-CST) da UNESCO, foi possibilitado a continuidade da discussão a respeito do desenvolvimento de novos materiais de aprendizagem, que evidenciem as três abordagens do desenvolvimento da capacidade humana: alfabetização em tecnologia, aprofundamento do conhecimento e criação de conhecimentos. Tais concepções estão conectadas diretamente com os seis componentes do sistema educacional: política, currículo, pedagogia, *TIC*, organização e treinamento de docentes (UNESCO, 2008), conforme pode ser observado na figura 2.

Figura 2 – Componentes do sistema educacional e suas abordagens.



Fonte: Módulos de padrão de competência - UNESCO.

De acordo com UNESCO (2008), para que tais abordagens sejam implementadas, o professor deve ter uma visão mais ampla sobre a utilização de ferramentas que integrem a tecnologia de forma ativa aos padrões curriculares das matérias lecionadas. Existe, a necessidade de uma constante provocação do caráter crítico do aluno. O professor deve ter sempre em mente que o foco principal é a aprendizagem do aluno e que o mesmo é um ser ativo

no processo. Logicamente, que essas metodologias só podem ser implementadas com a existência de uma estrutura adequada na escola.

3 MOTIVAÇÃO PARA O PRODUTO

A aplicação de pesquisa de opinião foi realizada por meio de aplicação de questionários para os alunos dos cursos Técnicos Integrados de Ensino Médio de Meio Ambiente, Agroecologia e Informática, modo presencial, do Instituto Federal do Rio Grande do Norte situado na cidade de Ipanguaçu, região do Vale do Assú, Rio Grande do Norte. Um total de 60 alunos foram observados distribuídos aleatoriamente entre os cursos ofertados, incluindo alunos que tiveram contato com as metodologias de ensino aplicadas pelo pesquisador, e alunos que não tiveram contato com as mesmas.

O objetivo foi entender de forma qualitativa, como os alunos enxergam as metodologias que geralmente são aplicadas em sala de aula, e analisar a opinião em relação ao uso de novos recursos em sala de aula. Além disso foi realizada a análise do projeto pedagógico, que juntamente com os dados obtidos pelos questionários, permitiu relacionar/comparar os relatos dos alunos com os Planos de Gestão desejados para as disciplinas de Física I e II.

Os projetos pedagógico dos cursos (*PPC*) técnicos de nível médio foram obtidos através do site da instituição. Os *PPC* tem o objetivo de contextualizar e determinar o regimento pedagógico que deverá ser seguido pelos profissionais de educação que exercem suas funções dentro dos cursos técnicos de nível médio no Instituto Federal do Rio Grande do Norte. Ao final de quatro anos de curso, o aluno deverá ter cursado de forma satisfatória 3905 horas, sendo que 3435 horas tenham sido designadas às disciplinas de bases científica e tecnológica, 100 horas deverão ter sido obtidas através dos seminários curriculares e 400 horas através das práticas profissionais.

Dessa forma, a disciplina de Física I seria contemplada no decorrer de um ano, e a de Física II no ano seguinte. O Quadro 1 mostra a sessão onde se encontra o grupo estruturante na matriz curricular dos cursos de Meio Ambiente e Agroecologia. Como podemos ver, os alunos iniciarão seus estudos de Física, a partir do segundo ano com término no terceiro. Já para o curso de Informática, o aluno já tem contato com a disciplina de Física I no primeiro ano e a conclusão de Física II no segundo, conforme pode ser visto no Quadro 2.

Tal disposição se justifica, pelo fato de que se todos vissem ao mesmo tempo, existiria um período em que praticamente não haveria disciplina de Física a ser lecionada, enquanto em outros períodos, os professores do campus teriam suas cargas horárias extremamente sobrecarregadas com todas as disciplinas.

Quadro 1 – Matriz curricular do curso técnico integrado em Meio ambiente, modalidade presencial.

DISCIPLINAS	Número de aulas semanal por Série / Ano								Carga-horária total	
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	Hora/aula	Hora
Núcleo Estruturante										
Língua Portuguesa e Literatura	3	3	3	2					440	330
Inglês			3	3					240	180
Espanhol				3					120	90
Arte	2	2	2						120	90
Educação Física	2	2							160	120
Geografia	4	2							240	180
História			2	4					240	180
Filosofia	2		2	2					120	90
Sociologia	2	2		2					120	90
Matemática	4	3	3						400	300
Física		4	4						320	240
Química	4	4							320	240
Biologia	3	4							280	210
Subtotal de carga-horária do núcleo estruturante	22	24	26	26	17	17	12	12	3.120	2.340

Fonte: Projeto Pedagógico do Curso Técnico de Nível Médio em Informática na forma integrada, presencial - aprovado pela Resolução N° 38/2012-CONSUP/IFRN, de 26/03/2012.

Quadro 2 – Matriz curricular do curso técnico em Informática, modalidade presencial.

DISCIPLINAS	Número de aulas semanal por Série / Ano								Carga-horária total	
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	Hora/aula	Hora
Núcleo Estruturante										
Língua Portuguesa e Literatura	3	3	3	2					440	330
Inglês	3	3							240	180
Espanhol				3					120	90
Arte	2	2	2						120	90
Educação Física	2	2							160	120
Geografia	4	2							240	180
História			2	4					240	180
Filosofia	2		2	2					120	90
Sociologia	2	2		2					120	90
Matemática	4	3	3						400	300
Física	4	4							320	240
Química			4	4					320	240
Biologia			3	4					280	210
Subtotal de carga-horária do núcleo estruturante	22	24	21	21	17	17	17	17	3.120	2.340

Fonte: Projeto Pedagógico do Curso Técnico de Nível Médio em Informática na forma integrada, presencial - aprovado pela Resolução N° 38/2012-CONSUP/IFRN, de 26/03/2012.

Depois de explicitada a matriz curricular do curso, o documento detalha atividades pertinentes, como desenvolvimento de projetos e o processo de estágio supervisionado. Em seguida, são detalhadas as diretrizes curriculares e os procedimentos pedagógicos que deverão ser implementados pelos professores em sala de aula. De acordo com o documento, compreende-se que a metodologia seja, um grupo de ações sistematizadas que deverão ser implementadas para que seja possível se atingir os objetivos previstos. Tais objetivos partem principalmente da integração da educação básica com a educação profissional, oportunizando dessa forma, o estabelecimento da formação integral dos estudantes. Dessa forma, é orientado que o professor tenha em mente, as especificidades dos alunos, seus interesses, condições de

vida e de trabalho, não deixando de perceber os seus subsunçores, e com isso, conduzi-los na (re)estruturação dos saberes e competências escolares preteridos.

É ressaltado que, os fundamentos pedagógicos, filosóficos e legais que orientaram a elaboração do documento, tem como princípio o fazer pedagógico relacionado às práticas interdisciplinares, seminários, oficinas, visitas técnicas e desenvolvimento de projetos.

Graças às particularidades dos alunos da presente faixa etária, as incertezas próprias do atual contexto histórico, as condições sociais, psicológicas e biológicas são fatores que justificam a necessidade de se adotar procedimentos didáticos pedagógicos que facilitem o processo de construção intelectual, procedimental e atitudinal nos alunos.

O projeto pedagógico dos cursos orientam que sejam seguidos os seguintes procedimentos: - entender a totalidade como uma síntese das múltiplas relações que o homem estabelece na sociedade; - reconhecer a existência de uma identidade comum do ser humano, sem esquecer-se de considerar os diferentes ritmos de aprendizagens e a subjetividade do aluno; - adotar a pesquisa como um princípio educativo; - articular e integrar os conhecimentos das diferentes áreas sem sobreposição de saberes; - adotar atitude inter e transdisciplinar nas práticas educativas; - contextualizar os conhecimentos sistematizados, valorizando as experiências dos alunos, sem perder de vista a (re)construção do saber escolar; - organizar um ambiente educativo que articule múltiplas atividades voltadas às diversas dimensões de formação dos jovens e adultos, favorecendo a transformação das informações em conhecimentos diante das situações reais de vida; - diagnosticar as necessidades de aprendizagem dos estudantes a partir do levantamento dos seus conhecimentos prévios; - elaborar projetos com objetivo de articular e inter-relacionar os saberes, tendo como princípios a contextualização, a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade; - sistematizar coletivos pedagógicos que possibilitem os estudantes e professores refletir, repensar e tomar decisões referentes ao processo ensino-aprendizagem de forma significativa e ministrar aulas interativas, por meio do desenvolvimento de projetos, seminários, debates, atividades individuais e outras atividades em grupo.

Tais elementos servirão como base, na comparação entre os documentos oficiais da instituição, e os relatos que foram obtidos através do questionário misto. Sem desvincular os procedimentos metodológicos do processo de avaliação, o documento considera que a avaliação deve ser realizada em um processo contínuo e cumulativo. Tal processo, visa identificar se os conhecimentos abordados em sala de aula, foram interiorizados pelo aluno. É deixado explícito, que tal processo deve ser conduzido predominantemente no aspecto qualitativo, funcionando como instrumento colaborador na verificação da aprendizagem.

3.1 SEMINÁRIOS E BANNERS

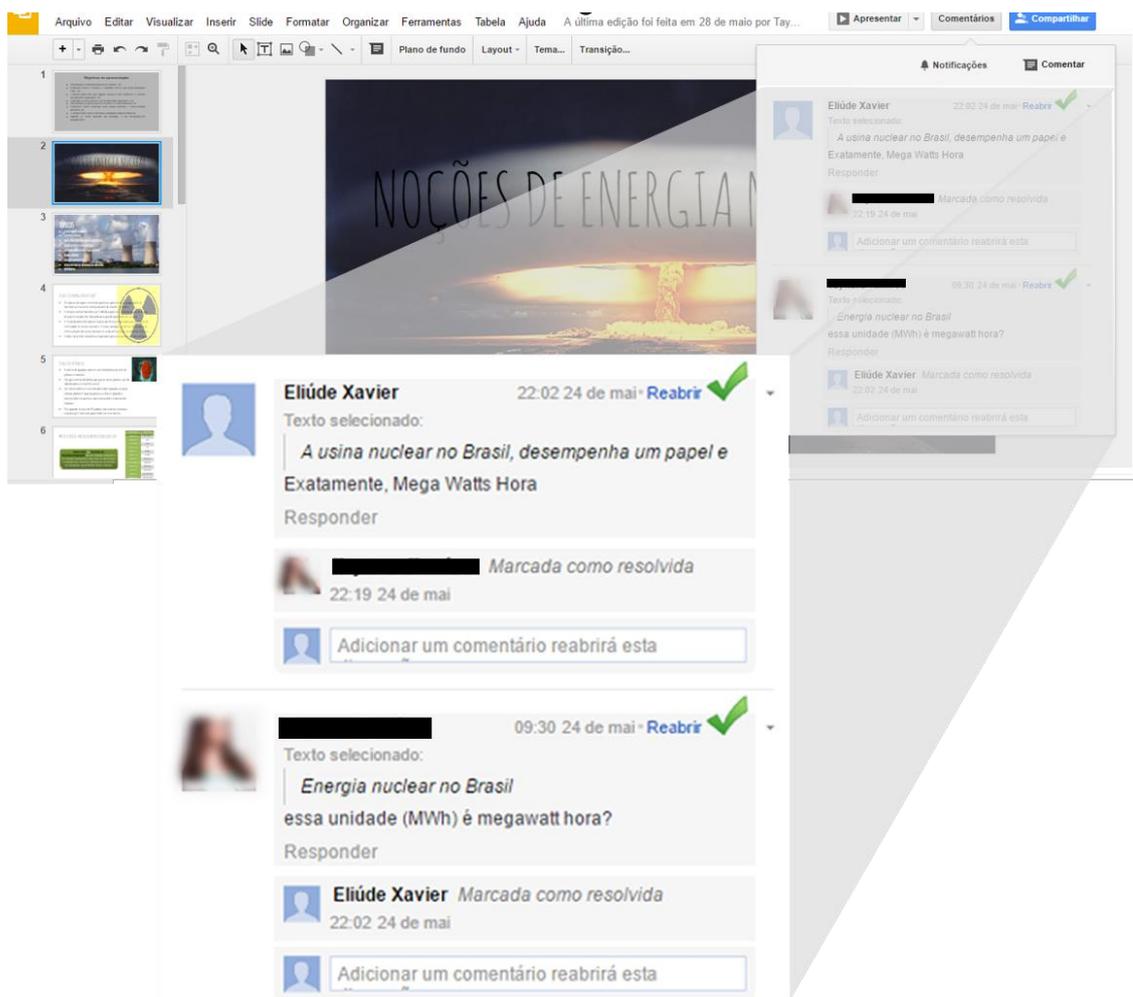
Com o intuito de se obter dados necessários à pesquisa foram desenvolvidas estratégias metodológicas dentro da disciplina de Física II. Tais estratégias tiveram como princípios básicos o construtivismo e o trabalho cooperativo.

O foco dessas metodologias pedagógicas foi estimular os alunos a realizarem outras ações que fugissem do aspecto passivo de alunos receptores de conhecimento. Desejava-se que através de um meio alternativo, eles pudessem ter contato com os conhecimentos envolvidos, e com isso, produzissem de forma colaborativa (alunos e professor), produtos educacionais sobre um determinado tema de estudo.

Dessa forma, foram organizados seminários com temas relacionados à Física Moderna e Contemporânea presentes no Projeto Pedagógico do Curso. Para esse fim, as turmas foram divididas em 8 equipes sorteadas aleatoriamente, distribuídos através dos assuntos, da seguinte forma: Equipe 1: Radiação de Corpo Negro, Equipe 2: Efeito Fotoelétrico, Equipe 3: Dualidade Onda-Partícula, Equipe 4: Modelo Atômico de Bohr, Equipe 5: Noções de Energia Nuclear, Equipe 6: Postulados da relatividade especial e aplicações, Equipe 7: Princípio da incerteza de Heisenberg e Equipe 8: Física Quântica de Schrödinger.

Para a elaboração de tais seminários, foi solicitado que os alunos utilizassem a ferramenta Google Drive Apresentações de forma cooperativa entre os integrantes da equipe, mas também com o professor. Tal ação se baseia no fato de que, obtendo o acesso aos slides elaborados pelos alunos de forma prévia, seria possível adequar os tópicos escolhidos, excluindo ou adicionando elementos que deveriam ser abordados no momento da apresentação, além de tirar possíveis dúvidas dos alunos da equipe através do sistema de chat/comentários presente na ferramenta e também acompanhar através do recurso “Ver histórico de revisão” a participação de cada aluno na elaboração do trabalho. A figura 3 apresenta alguns questionamentos feitos pelos alunos do grupo 06 que ficou responsável pela apresentação sobre Energia Nuclear e as respectivas respostas do professor, nos momentos que antecedem as elaborações das apresentações.

Figura 3 – Questionamento do grupo responsável pelo tema energia nuclear.



O questionamento é uma fase natural dentro do processo de construção de conhecimento durante à abordagem de novos conceitos aos alunos. Através disso, o professor mediador deve enfatizar que o caráter autodidata na busca de informação através das mídias tecnológicas ou através de fontes bibliográficas físicas, torna-se importante no processo de formação do aluno como pesquisador. Convém mencionar que, de acordo com a teoria humanista de Rogers, o professor deve se apresentar como um indivíduo incluído na formação do conhecimento, mostrando-se prestativo durante os possíveis questionamentos. Dessa forma, o aluno sente-se mais confiante para avançar na sua jornada em busca do conhecimento sobre determinado assunto.

Na Figura 4, podemos observar a troca de informações via bate-papo entre aluno e professor, relacionado ao trabalho do grupo com tema Modelo Atômico de Bohr. Deve-se ressaltar que as informações foram passadas de forma indireta, conforme pode ser visto pela imagem, sempre incentivando o despertar do interesse pela pesquisa nos alunos, ou ainda, evitando-se a prática do modelo de simples transmissão do conhecimento de forma

“maqueada”, dando uma impressão que a metodologia está sendo diferenciada, em comparação com o tradicionalismo da exposição de conteúdos em sala de aula.

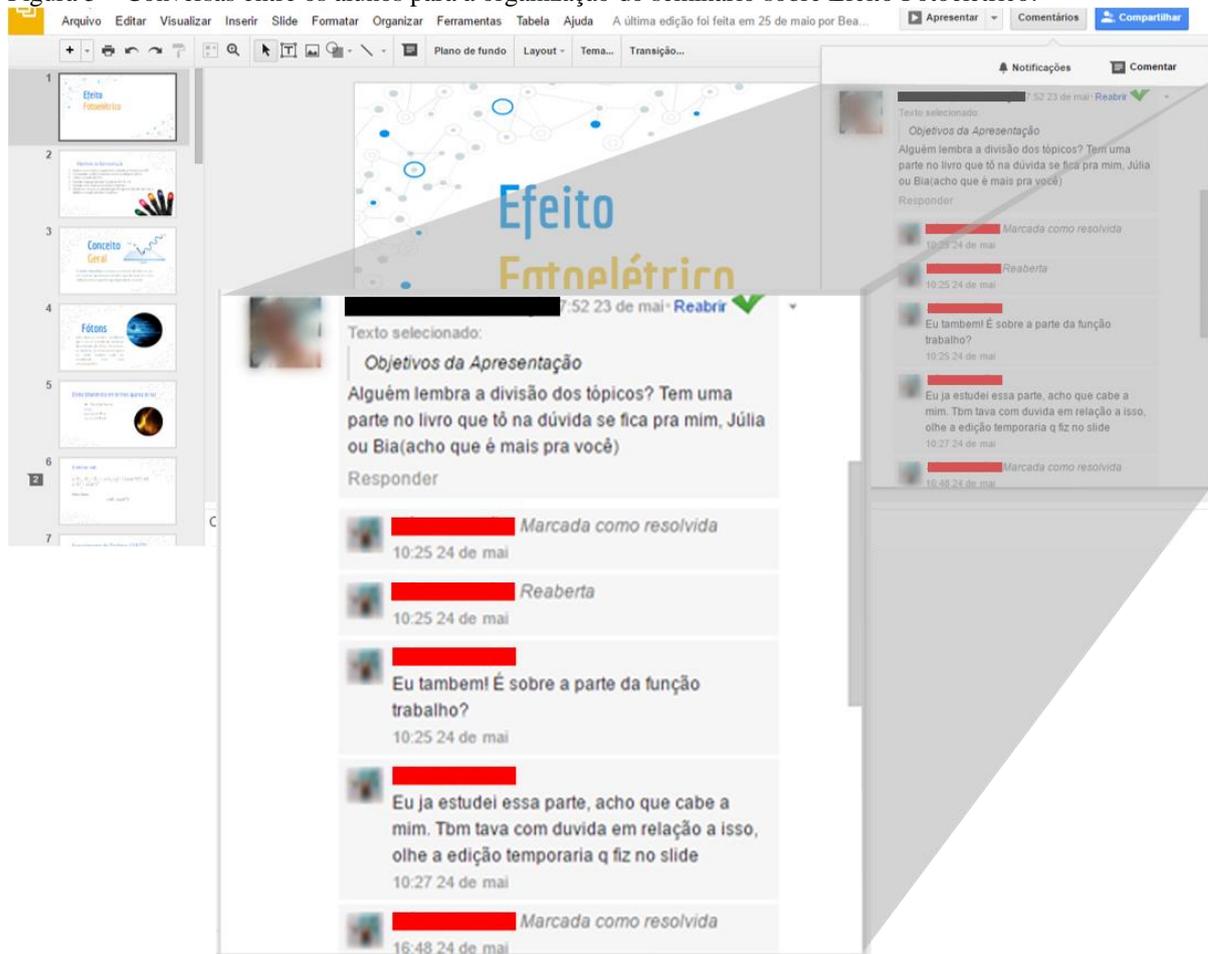
Figura 4 – Troca de informações entre o grupo responsável pelo tema Modelos Atômicos de Bohr e o professor.

The image shows a Google Slides presentation and a Google Classroom comment thread. The slide displays a Bohr model energy level diagram with the y-axis labeled "Energia (eV)". Two energy levels are shown: $-4,0$ eV and $-8,4$ eV. The text on the slide asks: "Os estados estacionários de um átomo podem só absorver? não seria só absorve?". The comment thread shows a question from a student and a detailed response from Eliúde Xavier. The response explains the importance of explaining the symbolism used for energy levels and provides a Google Drive link to a folder containing textbooks: <https://drive.google.com/folderview?id=0B3pPa2h1DT7MOWRXVE5MZGxDb1k&usp=sharing>.

Através da fala do professor, podemos observar que o mesmo evidenciou elementos que poderiam melhorar a apresentação e também sugere referenciais bibliográficos a serem pesquisados pelos alunos. Essa ação de instigar os alunos a procurar referenciais científicos e estudá-los, minimiza-se as possíveis inquietações sobre o tema, e nessa ação, o caráter construtivista é estabelecido. Conforme foi visto anteriormente (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2011), Kelly chama a atenção em seu trabalho, que no processo de ensino-aprendizado, em momento algum os alunos devem ser deixados sozinhos na construção das teorias que se deseja desenvolver. Deve-se deixar claro ao aluno, a forma como o conhecimento foi construído no decorrer do tempo, se constituindo num esforço tremendo de vários nomes, através da busca de informação oriunda de outros pesquisadores e na comprovação das hipóteses através da experimentação.

O trabalho em equipe é outro elemento que se busca durante o processo metodológico de construção e organização dos seminários. Com esse grupo foram discutidas as partes que seriam apresentadas pelos integrantes das equipes, e foram evidenciados possíveis assuntos que ainda não tinham sido bem compreendidos. A Figura 5 apresenta as conversas entre os membros da equipe na tela de bate papos à direita.

Figura 5 – Conversas entre os alunos para a organização do seminário sobre Efeito Fotoelétrico.



Essa ação de estimular que os alunos interajam e construam de forma coletiva, os conhecimentos que serão necessários à realização da apresentação à classe está correlacionada ao pressuposto de Ausubel, no momento em que o mesmo considera que o conhecimento seja interiorizado pelos envolvidos através da interação coletiva, compartilhando suas aflições e dúvidas e soluções com os demais.

O recurso disponível no Google Drive, no histórico de revisões, pode-se ter acesso às edições da apresentação de slides, incluindo nome do aluno, data e hora das modificações. Tal recurso, facilita a etapa de avaliação da contribuição dada por cada aluno. A Figura 6 mostra o histórico de acesso dos alunos durante a organização do seminário de Relatividade.

Figura 6 – Tela de edição: Google Drive Apresentações mostrando o acesso dos alunos do grupo responsável pelo seminário de Introdução à Relatividade Especial.



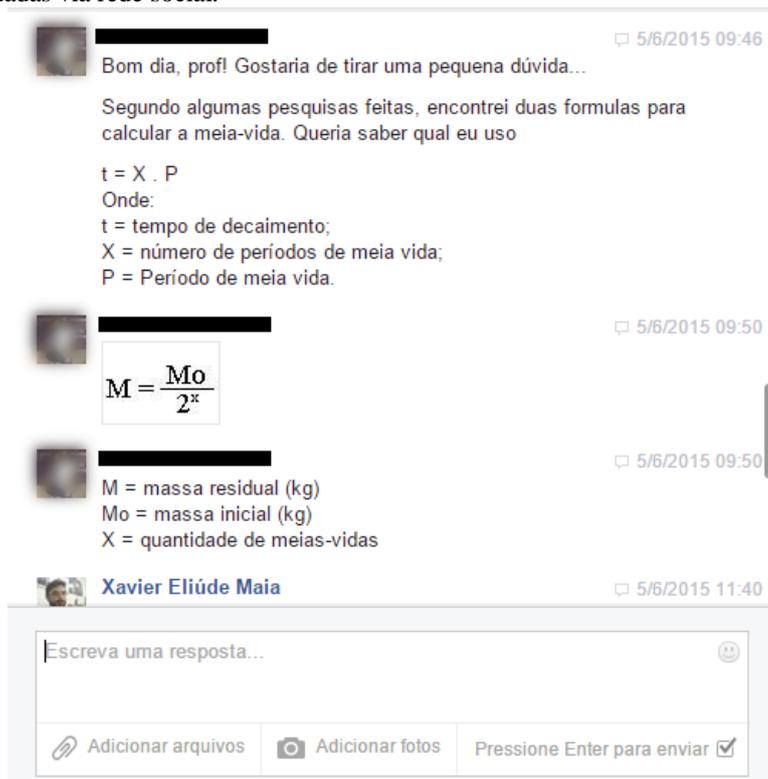
Tal recurso, permite que o professor acompanhe de forma clara, todas as edições de conteúdo na apresentação. Na Figura 7 é possível observar as alterações feitas pela aluna do grupo responsável pelo seminário sobre o Efeito Fotoelétrico, em destaque.

Figura 7 – Tela de edição: Google Drive Apresentações mostrando o acesso dos alunos do grupo responsável pelo seminário de Efeito Fotoelétrico.



Apesar do fato da ferramenta Google Drive fornecer todos os recursos necessários à troca de informações entre os envolvidos no processo, muitos alunos por conta da facilidade no uso das redes sociais, preferiram utilizá-las, para perguntar ao professor diretamente, sobre algumas dúvidas sobre o assunto, conforme apresentado na Figura 8.

Figura 8 – Orientações dadas via rede social.



Apesar de tal interação ser direta com o professor, não se pode excluir a existência do trabalho de forma cooperativa. Na ação de se inserir o processo de elaboração e planejamento do seminário é deixado evidente que o professor atuará como mediador durante todas as etapas, ou seja, o aluno percebe que o professor também é um dos colaboradores para o sucesso do seminário.

Essa ação pode ser caracterizada como sendo a ação de intervenção facilitadora de Carl Rogers, pois através do diálogo aberto do professor, é estabelecido um clima humano de troca de informações. Através disso, ainda de acordo Rogers, o aluno aprende melhor, conseguindo desenvolver a capacidade necessária de solucionar os problemas que se apresentam.

Veiga (1991) reforça tal papel do professor, quando diz que no processo de elaboração do seminário, o professor adquire o papel de coordenador do mesmo. Caso o mesmo não esteja presente nas etapas de elaboração e planejamento, o processo está sujeito ao fracasso. O mesmo ocorre, no momento em que o aluno não assume suas responsabilidades, junto ao trabalho. Para tal, o professor deve estar atento ao engajamento de todos, questionando-os e oferecendo a abertura necessária para que todos possam se manifestar.

É essa compreensão e essa abertura, que o professor tenta estabelecer aos alunos, podendo ser verificada através do seguinte diálogo apresentado na Figura 9.

Figura 9 – Diálogo entre o professor e a aluna.



Com isso observa-se que a aluna se sente mais à vontade para perguntar sobre o assunto ao professor, de modo que as dúvidas sobre os principais pontos a serem contemplados na apresentação sejam abordados pelos integrantes. Além disso, evidencia-se o interesse da aluna em buscar informações para a solução das dúvidas que sempre surgem no ato da organização de um seminário.

Essa troca de mensagens entre o professor e os alunos via ferramentas disponíveis pela internet e redes sociais facilitam o acesso à informação. Com isso, o professor mediador consegue avaliar os alunos através de uma outra visão, ou melhor, não considera apenas um número tomado como nota avaliativa do processo de aprendizagem.

Como parte da avaliação foram confeccionados alguns banners biográficos para o momento da apresentação dos seminários, como apresentado na Figura 10. Esses banners foram afixados no laboratório de física da escola e ficaram disponíveis para apreciação da comunidade da escola. Foram desenvolvidos um total de oito banners biográficos dos pesquisadores: Max Planck, Albert Einstein, Louis de Broglie, Niels Bohr, Enrico Fermi, Hendrik Lorentz, Werner Heisenberg e Erwin Schrödinger. Para cada seminário e apresentação de banner, estimou-se o uso do tempo de duas aulas de 45 minutos (total de 90 minutos) para cada seminário, sendo que com base no currículo do curso, são disponibilizadas semanalmente quatro aulas de Física.

Figura 10 – Exemplos de banners desenvolvidos pelos alunos para a apresentação dos seminários.



A Figura 11 mostra um dos momentos de apresentação de seminários que foi uma das etapas do processo avaliativo adotado pelo professor de Física durante a construção deste trabalho de dissertação.

Figura 11 – Apresentação de seminários como uma das etapas do processo avaliativo.



Já nas duas aulas seguintes, após a apresentação de um dos seminários, foram realizadas atividades avaliativas (Disponíveis no Apêndice B), onde os alunos responderam de forma individual e escrita, algumas questões abertas sobre os temas abordados nos seminários apresentados pelos colegas, conforme pode ser observado na Figura 12. Tal ação teve como objetivo, verificar o nível de conhecimentos adquiridos pelos alunos, com a respectiva metodologia.

Figura 12 – Alunos realizando mais uma das etapas da atividades avaliativas adotadas pelo professor de física durante a construção deste trabalho de dissertação.



A estratégia adotada durante o processo de construção desse trabalho de dissertação evidenciou que o aluno estudasse de forma contínua, os assuntos abordados durante as apresentações e discussões orientadas pelo professor mediador. Com isso, pretendia-se evitar que o tempo dedicado ao estudo fossem apenas nas vésperas de avaliações periódicas, ou seja, na maioria das vezes no formato de prova escrita. Além disso, convém mencionar que o processo avaliativo através de um momento único de todo o conteúdo abordado ao longo de um período longo, cria uma certa sobrecarga para o aluno. Com o uso de tais atividades, de forma continuada, evidencia-se que a avaliação do conhecimento absorvido seja dividida em partes menores, e que o aluno venha a estudá-los progressivamente, reforçando os conceitos nas atividades realizadas. No Quadro 3 estão dispostos os momentos metodológicos e avaliativos distribuídos no decorrer do período.

Quadro 3 – Distribuição dos momentos metodológicos para a apresentação de seminários e banners.

1º Dia (90 minutos)	Apresentação da sistemática e separação das equipes de seminários
2º Dia (90 minutos)	Exibição do Filme Interestelar
3º Dia (90 minutos)	Apresentação do Seminário Equipe 1: Radiação de corpo negro
4º Dia (90 minutos)	Atividade avaliativa individual, sobre o assunto visto na 1ª apresentação
5º Dia (90 minutos)	Apresentação do Seminário Equipe 2: Efeito Fotoelétrico
6º Dia (90 minutos)	Atividade avaliativa individual, sobre o assunto visto na 2ª apresentação
7º Dia (90 minutos)	Apresentação do Seminário Equipe 3: Dualidade Onda-Partícula
8º Dia (90 minutos)	Atividade avaliativa individual, sobre o assunto visto na 3ª apresentação
9º Dia (90 minutos)	Apresentação do Seminário Equipe 4: Modelo Atômico de Bohr
10º Dia (90 minutos)	Atividade avaliativa individual, sobre o assunto visto na 4ª apresentação
11º Dia (90 minutos)	Apresentação do Seminário Equipe 5: Noções de Energia Nuclear
12º Dia (90 minutos)	Atividade avaliativa individual, sobre o assunto visto na 5ª apresentação
13º Dia (90 minutos)	Apresentação do Seminário Equipe 6: Postulados da relatividade especial e aplicações
14º Dia (90 minutos)	Atividade avaliativa individual, sobre o assunto visto na 6ª apresentação
15º Dia (90 minutos)	Apresentação do Seminário Equipe 7: Princípio da incerteza de Heisenberg
16º Dia (90 minutos)	Apresentação do Seminário Equipe 8: Física Quântica de Schrödinger
17º Dia (90 minutos)	Atividade avaliativa individual, sobre o assunto visto na 7ª e 8ª apresentação
18º Dia (90 minutos)	Apresentação do Aplicativo elaborado de forma cooperativa (45 min) e debate sobre o filme Interestelar (45 min).

3.2 DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO

A motivação para o desenvolvimento de um aplicativo nasceu de um desafio proposto para a turma do curso técnico de Informática após às apresentações dos seminários, dos banners e atividades avaliativas escritas. A ideia foi desenvolver um aplicativo que tivesse relação direta com os conteúdos relacionados à Física Moderna e Contemporânea apresentados pelos alunos. É interessante se ressaltar que, essa estratégia só foi possível, graças ao fato da turma estar cursando a disciplina Programação Estruturada e Orientada a Objetos simultaneamente com a disciplina de Física II.

O aplicativo foi construído de forma cooperativa entre alunos e professor, através do compartilhamento de arquivos no Google Drive, após às apresentações de seminários. Tal formato possibilitou aos alunos envolvidos no projeto, a oportunidade de se tirar dúvidas sobre os assuntos, já idealizando onde e como, os conhecimentos debatidos em sala seriam aplicados no aplicativo. Após a última atividade avaliativa, o aplicativo elaborado foi apresentado para a turma.

O código fonte é muito extenso e será disponibilizado como parte integrante do produto educacional em arquivo, à parte, separado desse trabalho. Com esse código fonte, é possível o carregamento e compilação dentro da plataforma JAVA. Assim, outro professor e/ou aluno que poderá implementar, melhorar, modificar e usá-lo como modelo para a construção de novos assuntos de Física.

3.2.1 Apresentação do aplicativo

Caro(a) Professor(a),

Este guia foi elaborado no intuito de dar suporte básico à sua prática pedagógica, transformando o momento da avaliação dos conhecimentos da Física Moderna e Contemporânea, através do uso do Caça Palavras Quântico, em um momento lúdico e contextualizado com o cotidiano do aluno. Para esse fim, o conteúdo deste manual é apresentado aqui de maneira que o uso do aplicativo se torne uma ação simples, sem maiores dificuldades por parte do professor. Nossa expectativa é de que as recomendações colaborarem com o planejamento didático, proporcionando mais uma alternativa ao momento da avaliação dos conhecimentos.

3.2.1.1 Apresentação

O Caça Palavras Quântico (*CPQ*) foi fruto principal do esforço de uma equipe formada por 4 alunos do curso técnico de informática e o professor de física. O programa é uma possibilidade mais lúdica e contextualizada para aplicações dos saberes abordados durante as aulas de Física Moderna e Contemporânea.

O *CPQ* é um aplicativo desenvolvido em linguagem Java, que apresenta duas modalidades de jogo, que se alternam no decorrer das etapas. Essas modalidades são: o caça palavras tradicional e o jogo da forca. Na modalidade caça palavras é apresentado uma grade de letras guiada por contexto situado na parte superior da tela, em que o aluno deverá localizar a palavra desejada, de acordo com os assuntos relacionados à Física Moderna e Contemporânea. No jogo da forca, o aluno deverá descobrir qual o pesquisador mencionado no texto biográfico.

3.2.1.2 Objetivos

Com o uso do aplicativo, espera-se que o professor possa:

- Avaliar o nível de compreensão dos alunos acerca dos assuntos abordados nas aulas;
- Estimular de maneira mais simples, o engajamento aos assuntos tratados;
- Trabalhar a Física Moderna e Contemporânea de maneira mais lúdica e menos formal, através do ato de jogar e na interpretação de animações presentes no aplicativo;
- Estimular a comunicação oral.

3.2.1.3 Pré-Requisitos

O aplicativo Caça Palavras Quântico, pode ser utilizado no 3º ano do Ensino Médio, ou no momento da abordagem dos assuntos de Física Moderna e Contemporânea. É necessário que antes da aplicação do aplicativo, o professor já tenha abordado com todos os alunos, os assuntos seguintes: Radiação de Corpo Negro; Efeito Fotoelétrico; Dualidade Onda-Partícula; Modelo Atômico de Bohr; Noções de Energia Nuclear; Postulados da relatividade especial e aplicações; Princípio da incerteza de Heisenberg e Física Quântica de Schrödinger.

Além disso, que também tenham sido abordadas - mesmo que resumidamente - as biografias dos seguintes físicos: Max Planck; Albert Einstein; Louis de Broglie; Niels Bohr; Enrico Fermi; Hendrik Lorentz, Werner Heisenberg e Erwin Schrödinger.

Existem várias sugestões para se trabalhar tais assuntos antes da aplicação do Caça Palavras Quântico, podem ser encontradas no site: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/>.

3.2.1.4 Orientação de uso do conteúdo digital

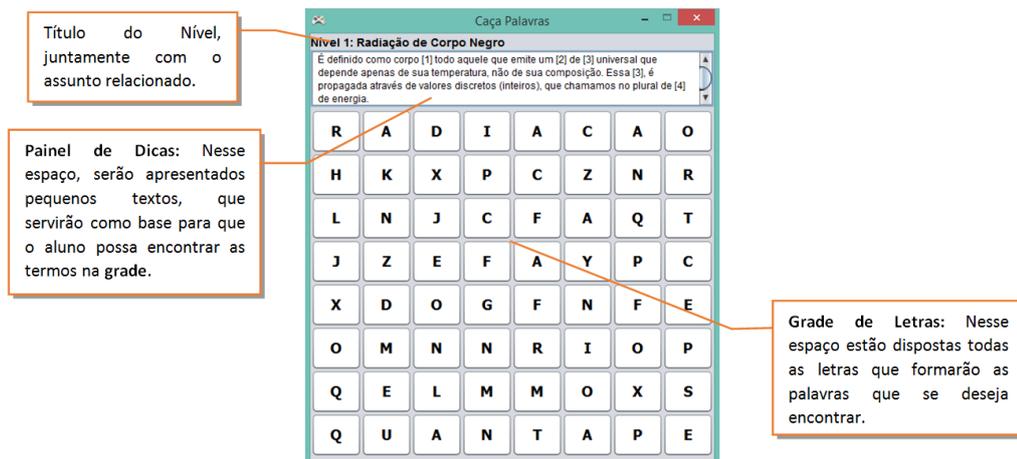
Nessa sessão, iremos detalhar um pouco como utilizar o aplicativo. Após iniciada a execução do aplicativo, surgir uma tela de inicialização, conforme pode ser visto na Figura 13.

Figura 13 – Tela inicial do aplicativo Caça Palavras Quântico.



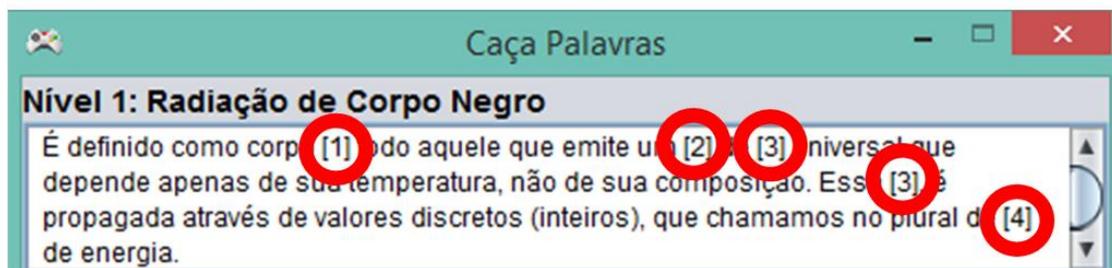
Após iniciada a aplicação, surgirá a primeira tela correspondente ao nível 1 da modalidade Caça Palavra. Na Figura 14, podemos observar uma descrição resumida das principais funções presentes nessa tela.

Figura 14 – Nível 1 do Caça Palavras – Radiação de Corpo Negro.



Observe que, existe um painel superior, onde é apresentado um pequeno texto, contendo alguns números compreendidos entre colchetes, conforme pode ser observado na Figura 15.

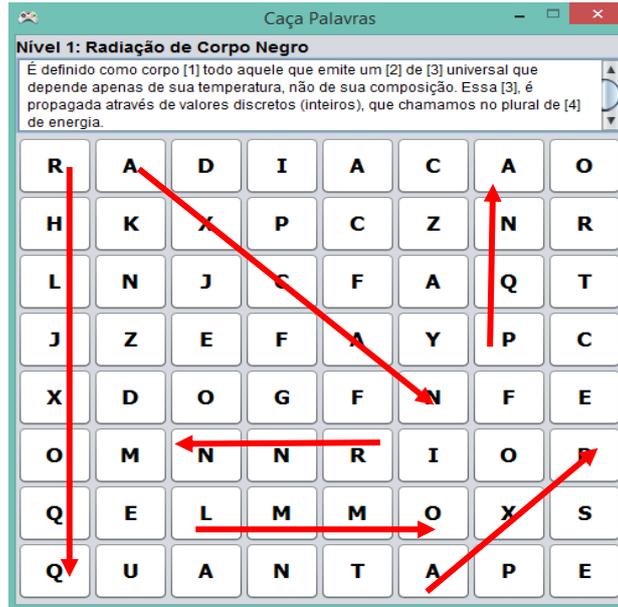
Figura 15 – Painel de dicas do Caça - Palavras de Radiação do Corpo Negro.



Esses números indicam a posição em que a palavra encontrada deverá ser preenchida, dentro do texto apresentado no painel. Observa-se inclusive, que a mesma palavra pode vir a aparecer mais de uma vez no texto, como acontece nesse exemplo, com a palavra correspondente ao número [3].

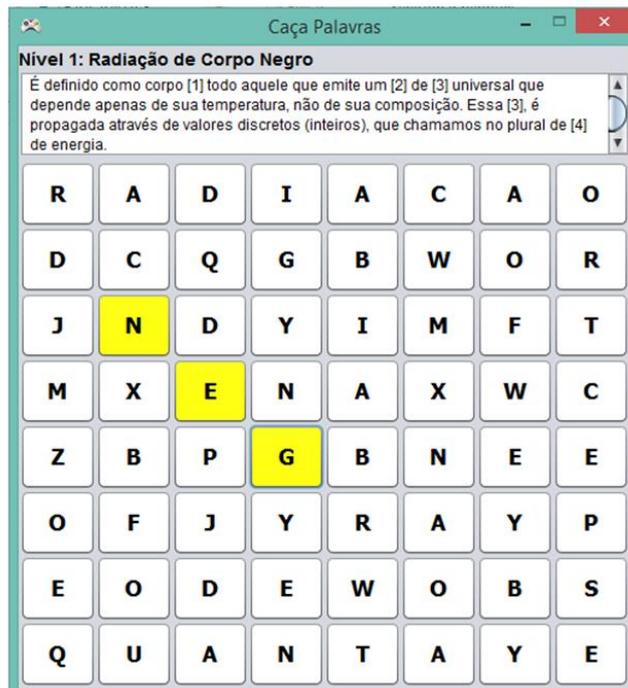
Após identificar qual seria a palavra correspondente ao número, o usuário tentará localizar na Grade de Letras, a palavra correta. Observe que ela poderá estar disposta horizontalmente, verticalmente ou em diagonal, conforme está representado, na Figura 16. As palavras também poderão estar dispostas de forma invertida, como por exemplo: BOLA → ALOB.

Figura 16 – Possibilidades de disposição das palavras, na Grade de Letras.



Quando localizada a sequência de letras na Grade de Letras, o usuário deverá clicar em cada letra que forma a palavra. Nesse momento, as letras clicadas adquirem uma tonalidade amarelada, indicando que as mesmas foram escolhidas. Um exemplo de tal ação, pode ser visualizada na Figura 17.

Figura 17 – Algumas letras selecionadas na Grade de Letras.



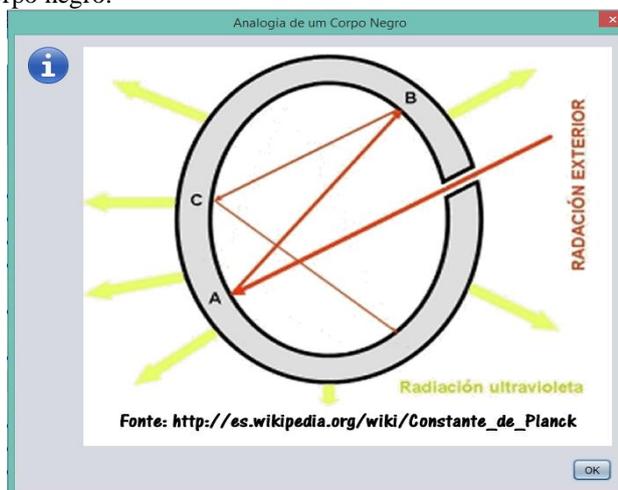
Na Figura 18, podemos observar a mensagem que surge, no momento em que a palavra NEGRO é completada. O aplicativo informa então ao usuário, que a palavra foi encontrada, solicitando que se clique na opção Ok para seguir para a outra tela.

Figura 18 – Palavra NEGRO encontrada na Grade de Letras.



Após clicar no botão Ok em destaque, será apresentado ao usuário uma pequena animação ou uma imagem, relacionada a palavra encontrada (Para cada palavra, é apresentada uma imagem ou animação relacionada). No caso anterior, a palavra NEGRO, fez referência a Corpo Negro, elemento este integrante do assunto correspondente ao nível. Na Figura 19, podemos perceber que é apresentado então, uma animação que representa uma aproximação do que seria um Corpo Negro para a Física Moderna.

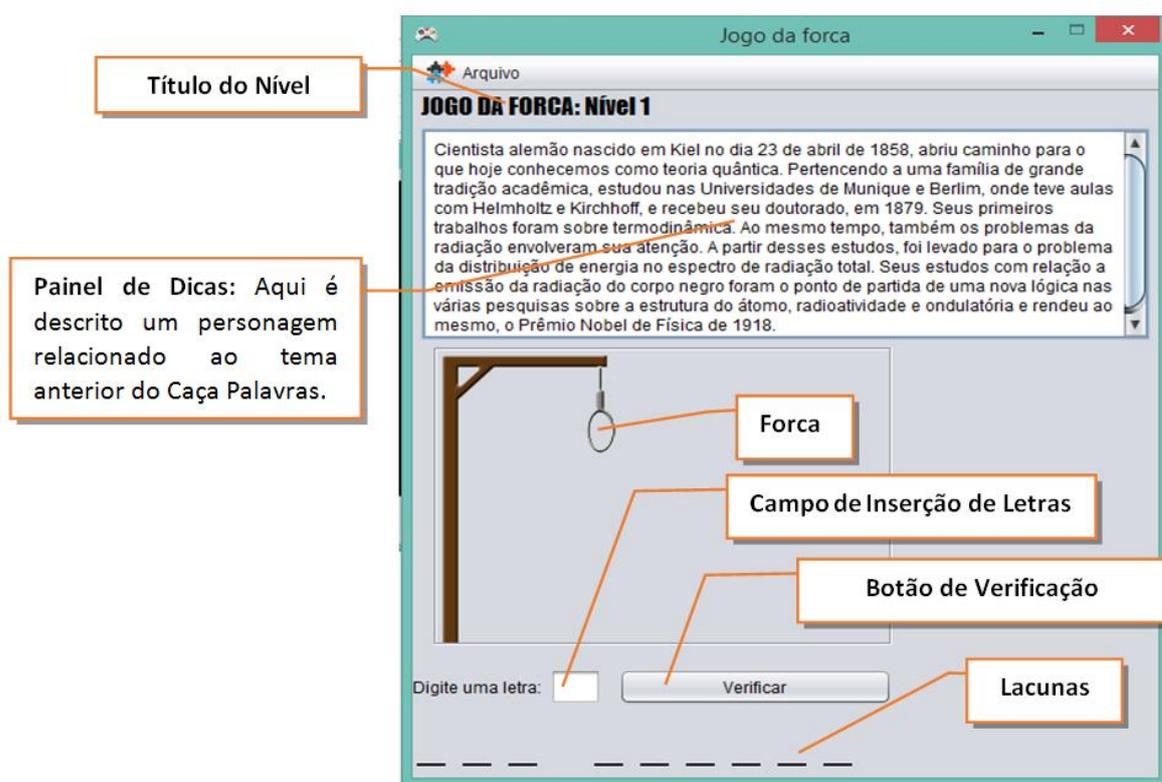
Figura 19 – Animação sobre corpo negro.



Sugere-se que nesse momento, o professor questione ao(s) aluno(s), qual a relação existente entre a palavra encontrada e aquela imagem ou animação exibida.

Na sequência, é solicitado que o usuário clique no botão Ok. Após feito isso, é exibida novamente a grade para que sejam encontradas as demais palavras em evidência no texto. Caso o usuário complete todas as palavras do nível, uma nova modalidade de jogo é apresentada ao usuário que seria o Jogo da Forca. Na figura 20, podemos ver o aspecto inicial da tela correspondente ao nível 1 do Jogo da Forca, com algumas descrições referentes aos elementos presentes na mesma.

Figura 20 – Nível 1 do Jogo da Forca.



Após analisar uma descrição biográfica resumida de uma personagem relacionado ao tema em destaque no nível anterior do Caça Palavras, o usuário tentará descobrir o nome do mesmo, inserindo as letras correspondentes no Campo de Inserção de Letras, e verificando se a letra está presente no nome ou não, clicando no botão Verificar. Caso a letra esteja incorreta, partes do corpo da personagem, começarão a aparecer no espaço da forca, evidenciando que caso mais erros sejam cometidos, o mesmo será enforcado.

Figura 21 – Jogo da Forca iniciado no nível 1.



Após a etapa ter sido realizada com sucesso, um novo nível de Caça Palavras é apresentado ao usuário, reiniciando o processo. As etapas seguintes são idênticas as que já foram descritas anteriormente nesse guia, só modificando os temas em destaques e os físicos evidenciados.

3.2.1.5 Sugestão de Roteiro de Aula

O aplicativo Caça Palavras Quântico foi desenvolvido no intuito de auxiliar o professor, a realizar uma avaliação num formato mais lúdico. Ao mesmo tempo, procura-se obter através do uso deste, que os alunos despertem o senso de desafio propício dos jogos virtuais e/ou não virtuais. A seguir, descrevemos uma sugestão de como o mesmo pode ser implementado em sala de aula pelo professor:

- A) A princípio, o professor deve ter em mãos os seguintes elementos:
- Celular ou tablete com sistema operacional android instalado e também aplicativo Sorteio Rápido (Disponível gratuitamente na Google Play).
 - Prancheta com papel ou dispositivo que permita anotar as pontuações obtidas pelos alunos, em cada etapa.

- B) Atribuir um número a cada aluno. Exemplo: João nº 1, Maria nº 2, etc. Sugestão: Caso a frequência seja feita através de números, pode se utilizar os mesmos.
- C) Fazer uma breve apresentação do aplicativo Caça-Palavras Quântico, explicando como será a metodologia da avaliação que será realizada.
- D) Realizar o sorteio, utilizando o aplicativo Sorteio Rápido (Observação: Configure o aplicativo, para que os números não sejam repetidos).
- E) O aluno que tiver sido sorteado, procurará no aplicativo Caça Palavras Quântico, a palavra que está relacionada com o primeiro número que aparece no decorrer do texto presente no Painel de Dicas. Observação: Apenas o aluno deverá indicar qual a palavra que se encaixa na lacuna, de acordo com o restante da sentença disponibilizada no campo de dicas.
- F) Com a palavra indicada, caso o aluno não saiba aonde se encontra na tabela de letras a palavra encontrada, o restante da turma poderá ajudar o colega na busca.
- G) Encontrada a palavra, e com o programa confirmando que a mesma está correta, surgirá na tela uma animação. O aluno então, deverá explicar a relação existente entre a animação e a palavra que foi encontrada.
- H) Caso o aluno explique a relação de forma adequada, o professor irá atribuir a pontuação de peso 1, caso o mesmo tenha deixado a desejar em sua explicação, o peso da pontuação será 0,5, e caso o aluno se recuse a tentar explicar, a nota não será atribuída.
- I) Após o nível 1 do caça palavras for concluído, surgirá na tela o jogo da forca: nível 1. Nela teremos o Painel de Dicas, e o Campo de Inserção de Letras, aonde serão colocadas as letras que serão verificadas no jogo.
- J) Realiza-se mais um sorteio.

O aluno que for sorteado, deverá ler a descrição do cientista, e através das letras colocadas, acertar o nome que estará em destaque através das lacunas inferiores.

- K) Caso o aluno acerte o personagem cometendo no máximo 3 erros, o aluno ganha uma pontuação de peso 1. Caso o mesmo ultrapasse os 3 erros, um dos alunos anteriormente sorteados, poderá ganhar uma pontuação bônus de 0,2, para cada letra correta escolhida.
- L) Após a conclusão dessa etapa, inicia-se o nível 2 para o caça palavra, devendo-se então, se repetir os procedimentos a partir do item D.

3.2.1.6 Questões para reflexão e discussão

Caso o tempo seja possível, acreditamos que seja importante que se abra sempre espaço para o debate após a conclusão de todos os níveis do aplicativo Caça Palavras Quântico. Para

isso, sugerimos alguns questionamentos que podem provocar os alunos, estimulando-os a raciocinar de forma autônoma e crítica, sobre os assuntos evidenciados nos momentos anteriores:

- É possível observar algum dos fenômenos da Física Moderna e Contemporânea em nosso cotidiano?
- Qual a importância da Física Moderna e Contemporânea em relação aos avanços tecnológicos que presenciamos nos dias atuais?
- Quem foram os cientistas que colaboraram para o desenvolvimento da Física Moderna e Contemporânea? Quais não foram citados na animação?

3.2.1.7 Tempo previsto para desenvolvimento

A sugestão de tempo necessário para aplicação do aplicativo Caça Palavras Quântico, é de dois momentos de 90 min. Caso o tempo de uma aula de 90 minutos seja suficiente para se concluir todos os níveis, reserva-se a outra aula de 90 minutos para a exploração das questões para reflexão e discussão.

3.2.1.8 Requisitos técnicos

Para a aplicação do roteiro sugerido, necessita-se:

- Um projetor multimídia;
- Um microcomputador com conexão para o projetor multimídia, com o plugin Java Virtual Machine instalado;
- Celular ou tablete com sistema operacional android instalado com aplicativo Sorteio Rápido (Disponível gratuitamente na Google Play).
- Prancheta com papel ou dispositivo que permita anotar as pontuações obtidas pelos alunos, em cada etapa.

3.2.1.9 Fontes complementares

Serão indicados links que poderiam auxiliar no planejamento das aulas anteriores a aplicação do Caça Palavras Quântico:

A) Princípios de Física Quântica

a. Radiação de Corpo Negro:

Nome da Aula: Corpo Negro: A luz contém Energia?

Autor(a): ANDREA MARQUES LEAO DOESCHER

Link da Aula: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=22090>

(Acesso em 25/06/2016)

b. Efeito Fotoelétrico;

Nome da Aula: O Efeito Fotoelétrico

Autor(a): THIAGO PRUDENCIO DE OLIVEIRA

Link da Aula: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=253>

(Acesso em 25/06/2016)

c. Dualidade Onda-Partícula;

Nome da Aula: Conceito de Luz

Autor(a): MÁRCIO SANTOS MIRANDA

Link da Aula: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=16813>

(Acesso em 25/06/2016)

d. Modelo Atômico de Bohr;

Nome da Aula: Do modelo de Rutherford ao modelo de Bohr

Autor(a): GLENDA RODRIGUES DA SILVA

Link da Aula: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=51000>

(Acesso em 25/06/2016)

e. Noções de Energia Nuclear

Nome da Aula: Fusão nuclear – A energia das estrelas como o Sol

Autor(a): DANIEL RODRIGUES VENTURA

Link da Aula: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=21754>

(Acesso em 25/06/2016)

Nome da Aula: Fissão nuclear – a reação em cadeia

Autor(a): DANIEL RODRIGUES VENTURA

Link da Aula: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=21750>

(Acesso em 25/06/2016)

Nome da Aula: Como funciona uma usina nuclear

Autor(a): WESLEY PEREIRA DA SILVA

Link da Aula: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=385>

(Acesso em 25/06/2016)

B) Introdução à Teoria da Relatividade Especial e aplicações.

Nome da Aula: Uma breve história da Mecânica: de Aristóteles à Teoria da Relatividade

Autor(a): WESLEY PEREIRA DA SILVA

Link da Aula:

http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/19644/1/2015_MarcosRibeiroRabelodeS%C3%A1.pdf Página 161.

(Acesso em 25/06/2016)

3.2.1.10 Obras consultadas

HALLIDAY, D., RESNICK, R., e WALKER, J. Fundamentos de Física, 4.ed. vol. 4. Rio de Janeiro: editora LTC, 1996.

PAUL G. HEWITT. Física Conceitual. Porto Alegre: ArtMed, 2002.

3.3 ROTEIROS DE AULA: FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA

O presente roteiro de aula é uma breve introdução aos conceitos de Física Moderna e Contemporânea que o professor do ensino médio deve abordar durante às suas aulas, antes de utilizar a metodologia proposta nessa dissertação. Tais assuntos foram sistematizados, tomando como base os seguintes livros:

- BISCUOLA, G. J.; BÔAS, N. V.; DOCA, R. H. Física 3. 2. ed. São Paulo: 2013, 2013.
- HEWITT, P. Física conceitual. 11. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.
- SANT'ANNA, B. Conexões com a física. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2010.

Com relação a metodologia que seria aplicada para trabalhar os assuntos seguintes, sugere-se que o professor reproduza o processo que foi implementado anteriormente, ou que utilize as sugestões dadas, na sessão de fontes complementares, dentro da apresentação e descrição do aplicativo Caça Palavras Quântico, mostrado em seções supracitadas.

3.3.1 Aula 1 – Radiação de corpo negro

Pre-requisitos para se abordar os assuntos seguintes:

- Mecânica
- Ondas
- Eletricidade e Eletromagnetismo
- Processos de propagação do calor;
- Leis da termodinâmica;

Fundamentação Teórica

O começo da história da Física Moderna e Contemporânea, se dá em meados do século XIX, mas se intensifica na fase de transição deste século para o século XX. Entre as grandes

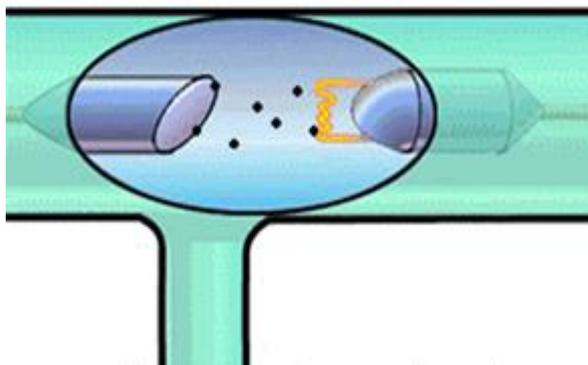
linhas de pesquisa da época, uma que se destacava mais era a relacionada à natureza dos **raios catódicos**.

Definição:

Raios catódicos: Descargas elétricas oriundas de tubos de vidro com gases rarefeitos (expandidos), que se originam do cátodo (terminal metálico do interior do tubo ligado externamente ao polo negativo de uma fonte de tensão).

As descobertas dos raios X e do elétron, tiveram origens do estudo de tais descargas, aonde através das quais, se obtiam efeitos luminosos bonitos e intrigantes. Na Figura 22, podemos ver uma determinada radiação (raios catódicos) representada por pequenos pontos, se propagando de um terminal a outro.

Figura 22 – Radiação se propagando entre os terminais.

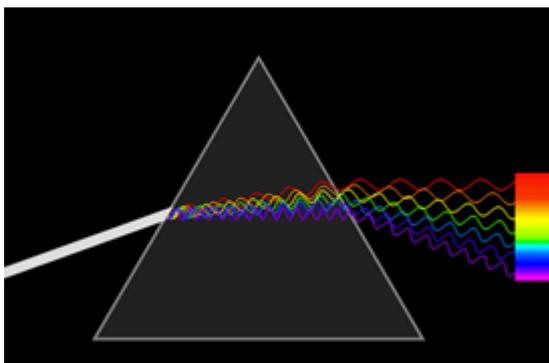


Fonte: <http://www.geocities.ws/saladefisica5/leituras/raiosx.html>, acessado em: 31/10/2016.

Esta figura está presente no Caça Palavras Quântico, que será utilizado para fins avaliativos ao término da abordagem dos assuntos de Física Moderna e Contemporânea. A palavra para a mesma no jogo é: RADIACAO (RADIACÃO)

Outra linha de pesquisa que foi seguida nessa época, foi a espectroscopia. Baseada através do conceito de dispersão da luz, primeiramente estudada por Isaac Newton, utilizando para isso um prisma, conforme ilustrado na Figura 23.

Figura 23 – Espectro formado a partir do uso de um prisma

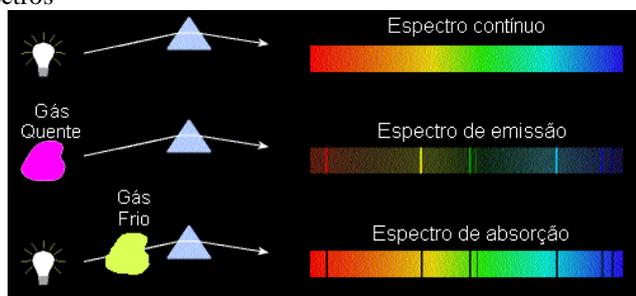


Esta figura está presente no Caça Palavras Quântico, que será utilizado para fins avaliativos ao término da abordagem dos assuntos de Física Moderna e Contemporânea. A palavra para a mesma no jogo é: ESPECTRO

Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Espectroscopia>, acessado em: 31/10/2016

Tal processo, foi sendo aperfeiçoado no decorrer do século XIX, e com tal desenvolvimento, foi possível se conhecer melhor a estrutura de várias substâncias, já que cada uma, possuía uma codificação única de frequências percebidas. Basicamente, o que era feito, era colocar uma determinada fonte luminosa através de um gás ou substância (hidrogênio, hélio, água, gás carbônico, etc.), fazer com que a radiação luminosa oriunda da fonte luminosa transpassasse o material e em seguida o prisma. Como já sabemos, através do prisma, é possível deixar evidente todos os comprimentos de onda que formam a luz policromática, também chamado de **espectro**. O que se pode observar, foi que, dependendo de como era realizado o experimento, esse espectro deixava de ser contínuo, apresentando algumas partes escuras. Como pode ser visto na Figura 24.

Figura 24 – Tipos de Espectros



Fonte: <http://astro.if.ufrgs.br/rad/espec/kirk.gif>, acessado em 31/10/2016

Tal fato, também era um enigma para os cientistas, sem falar que várias lacunas de raciocínio eram constantes. Não importava qual material era utilizado, se aquececermos o mesmo, a emissão de luz iniciava quando a temperatura de 2000 °C era alcançada. Sem falar que, nessa faixa, a gradação de cores é sempre a mesma, mas com temperaturas mais baixas, as frequências predominantes da cor vermelha eram mais presentes que as demais. A medida que a temperatura aumentava, apareciam as radiações de maior frequência, evidenciando o aparecimento das demais cores. A temperatura de 6000 °C, o espectro era praticamente contínuo.

Teoria do corpo negro

No século XIX vários cientistas, entre esses, os austríacos Josef Stefan (1835-1893), Ludwin Boltzmann (1844-1928), haviam estudado experimentalmente o espectro eletromagnético emitido por um radiador térmico ideal, chamado de *corpo negro*. Este corpo poderia ser definido como sendo um corpo ideal que absorve toda a radiação térmica que incide nele. Para se entender melhor tal conceito, primeiramente, devemos compreender melhor a natureza da radiação térmica.

Radiação térmica

Todo o esclarecimento a respeito da natureza da radiação térmica, indagado no final do século XIX, começou com a compreensão da natureza do calor. Até meados deste século, muitos achavam que o calor seria um fluido, nomeado de calórico, este que permeava através dos corpos por conta da presença de uma diferença de temperatura. No entanto, uma regra que era necessária para a existência da fluidez deste líquido, seria a presença de um determinado meio material. Sem este, seria impossível que o fluido se deslocasse de um ponto para outro. A evidência do calor de se transmitir através de uma determinada radiação, como por exemplo a luz, sem que esta necessitasse de um meio material (com exceção na época, de um fluido cósmico chamado de éter), só seria admitida no final do século XIX. Contudo, experimentos foram realizados, e através destes pode-se observar que existia uma relação direta entre radiação de luz e de calor.

Em 1859, tal identidade já estava estabelecida, ilustrada no artigo “Sobre a relação entre emissão e absorção de luz e calor”, escrito pelo físico alemão Gustav Kirchhoff. Nele, o autor além de considerar que emissão de luz e de calor seriam de mesma natureza, propõe que a razão entre o **poder emissivo** e o **poder absorptivo** de um corpo sólido, para radiações de mesma frequência, depende apenas da sua temperatura.

Definição:

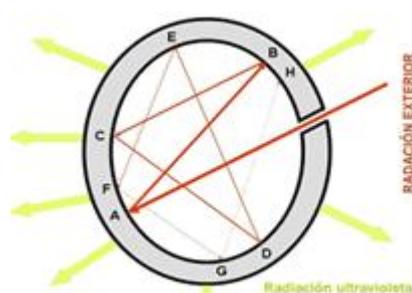
Poder emissivo: Consiste na energia radiante que é emitida de um corpo sólido, em um determinado intervalo de tempo.

Poder absorptivo: Consiste na energia radiante que é absorvida em um corpo sólido, em um determinado intervalo de tempo.

Em síntese, o que dizia Kirchhoff em seu artigo, era que a frequência da radiação emitida por um corpo sólido, dependia apenas da sua temperatura. Dessa forma, pode-se prever que através da compreensão da natureza íntima da radiação proveniente dos corpos, poderia esclarecer a natureza intrínseca da matéria. Para tal investigação, foi adotado o uso idealizado do já citado corpo negro de poder absorptivo absoluto.

Comumente, costuma-se comparar o corpo negro a uma cavidade com um pequeno orifício, como podemos ver na Figura 25.

Figura 25 – Idealização de um corpo negro.



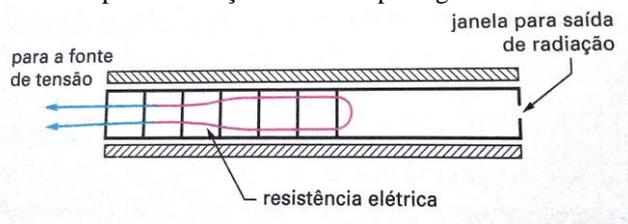
Esta figura está presente no Caça Palavras Quântico, que será utilizado para fins avaliativos ao término da abordagem dos assuntos de Física Moderna e Contemporânea. A palavra para a mesma no jogo é: NEGRO.

Fonte: http://es.wikipedia.org/wiki/Constante_de_Planck, acessado em 31/10/2016

No entanto, para se estudar a radiação térmica em laboratório, é necessário que o corpo negro além de absorver toda a radiação, também emita radiação. Comumente para esse fim, se utiliza uma caixa fechada com um orifício, com uma fonte de calor em seu interior. Geralmente se usa uma resistência elétrica, conforme pode se verificar na

Figura 26.

Figura 26 – Resistência elétrica utilizada para simulação de um corpo negro



Fonte: BISCUOLA, G. J.; BÔAS, N. V.; DOCA, R. H. **Física 3**. 2. ed. São Paulo: 2013

Por volta de 1879, Josef Stefan (1835-1893), conseguiu através de um resultado experimental, uma expressão matemática que foi deduzida de forma teórica no ano de 1884 pelo físico Ludwin Boltzmann (1844-1906). Hoje, se conhece tal lei ilustrada na Figura 27, como sendo a lei de Stefan-Boltzmann.

Figura 27 – Lei de Stefan-Boltzmann.

$$P = \epsilon \sigma A T^4$$

A Lei de Stefan-Boltzmann
Paralysis by Analysis

Fonte: <https://paralysisbyanalysis52.files.wordpress.com/2013/05/stefan-boltzmann.png?w=474&h=356>, acessado em 31/10/2016.

Essa lei, relaciona a potência total irradiada (P) por um corpo negro, a área da superfície emissora (A) e a temperatura absoluta (T). A letra sigma (σ), representa uma constante universal, cujo valor é geralmente expresso com três algarismos significativos ($5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$). A letra épsilon (ϵ), representa a emissividade do corpo. Caso o corpo seja um corpo negro, tal variável adquire o valor de 1 (valor máximo). Caso o corpo não seja um corpo negro, este terá um valor compreendido entre 0 e 1.

Dessa forma, podemos considerar que um corpo só deixaria de emitir radiação eletromagnética, no momento em que atingisse a temperatura absoluta de 0K. Como já devemos saber, tal fato, de acordo com a terceira lei da termodinâmica, seria impossível.

O mistério do espectro de radiação térmica

O princípio para se chegar ao entendimento da radiação térmica, foi a procura de uma expressão matemática que retratasse o espectro da intensidade da radiação de um corpo negro em função dos valores de frequências por ele emitido. Várias tentativas foram realizadas por nomes como Wien, Rayleigh e Jeans, mas em nenhuma das hipóteses, se chegou a uma teoria consisa que fosse capaz de prever desde baixas frequências até as altas. Todas levavam em conta que, a radiação funcionaria dentro de um modelo contínuo. Para o físico alemão Max Planck, tal modelo estava correto também. No entanto, através dos dados experimentais, este desenvolve uma expressão que satisfazia inteiramente o comportamento da radiação, mas entrava em discordância com o modelo contínuo para a mesma.

Para Planck, a troca de energia entre as substâncias e a radiação eletromagnética, deveria ocorrer em pacotes de energia, aos quais nomeou de quanta. A energia de tais pacotes, seria calculada utilizando a Equação 1.

Equação 1: Expressão de Planck para energia

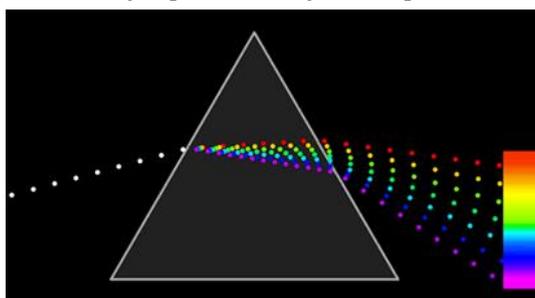
$$E = h \cdot f$$

em que E é Energia, que tem como unidade no Sistema Internacional de Unidades (S.I) o Joule (J), o h é a constante de Planck, que tem como unidade no S.I. o Joule segundo (Js) e o f , a frequência da onda, que tem como unidade no S.I o Hertz (Hz). A constante de Planck no S.I. é dada por:

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} [J \cdot s]$$

Como se já não fosse polêmica demais para a época, achar que a energia, que até o presente momento era vista em sua natureza, como uma grandeza que se apresentava de forma contínua, Einstein idealiza que, na verdade a radiação em si, deveria então se propagar também em pequenos pacotes de energia. Como então ilustrado na Figura 28.

Figura 28 – Idealização para a formação do espectro, através dos quantas



Esta figura está presente no Caça Palavras Quântico, que será utilizado para fins avaliativos ao término da abordagem dos assuntos de Física Moderna e Contemporânea. A palavra para a mesma no jogo é: QUANTA.

Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Espectro_de_emiss%C3%A3o, acessado em 31/10/2016

Nascia então naquele momento, mesmo que de forma humilde, uma nova física que aparentava ser mais adequada para descrever como a natureza funcionava, sobretudo dentro de uma escala microscópica. Essa seria chamada de Física Moderna.

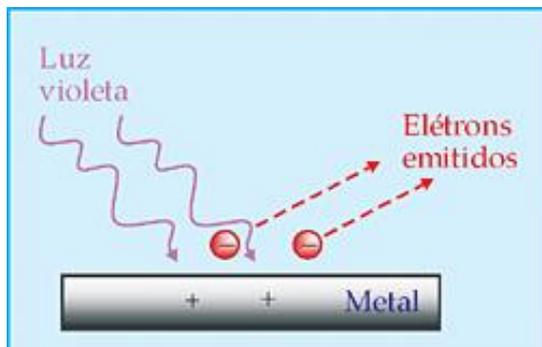
3.3.2 Aula 2 – Efeito Fotoelétrico: Um fenômeno desconhecido

Fundamentação Teórica

Em 1887, Heinrich Hertz (1857 – 1894) percebeu que no momento em que uma placa de metal eletricamente neutra era iluminada por uma luz de alta frequência, a placa adquiria carga positiva. No entanto, no momento em que se repetia o mesmo experimento, mas

utilizando uma luz de baixa frequência, o mesmo não acontecia. Esse fenômeno ficou conhecido como o Efeito Fotoelétrico, e pode ser visto na Figura 29.

Figura 29 – Efeito Fotoelétrico.



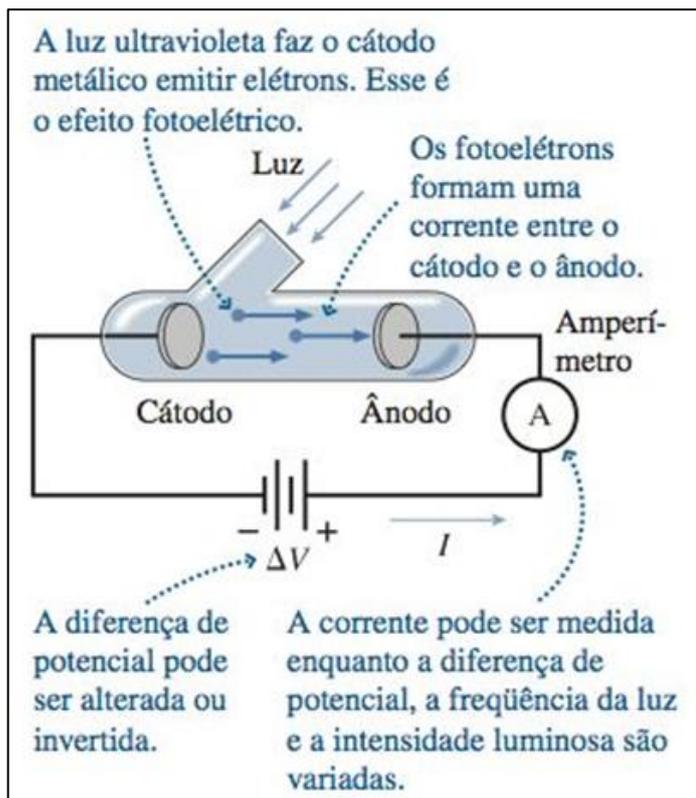
Fonte: <http://interna.coceducacao.com.br/ebook/content/pictures/2002-61-122-41-i010.gif>, acessado em 31/10/2016

Era complicado para a época entender a relação entre a frequência da onda da radiação e o processo de eletrização – ou não eletrização – da placa metálica. Com os conceitos da Física clássica da época, aonde como vimos na aula anterior, considerava a natureza da energia radiante como algo contínuo, esta não fornecia mais alicerce teórico suficiente para explicar os resultados experimentais obtidos.

Apesar de obter várias críticas a princípio, em 1905, Albert Einstein (1879-1955) fornece uma interpretação para o fenômeno. Este trabalho lhe renderia o prêmio Nobel de Física da época. Assumindo a hipótese da quantização oriunda dos trabalhos de Max Planck, Einstein sugere que a radiação luminosa, seja formada por pequenos pacotes de energia, e estes proporcionais à sua frequência. No momento em que uma determinada quantidade de radiação luminosa é incidida em uma placa, a luz transmite a ela energia suficiente para fazer com que elétrons sejam liberados da placa, tornando o metal carregado positivamente.

Para fazer com que o elétron seja despreendido da chapa metálica, este necessita de uma certa quantidade de energia, que é fornecida através de uma entidade que Einstein chamou de fóton. No entanto, a energia do fóton, está relacionada a frequência da luz incidente, e não de sua intensidade, como se pensava na época. Assim, apenas uma pequena intensidade de luz, mas com valor de frequência suficiente, é capaz de remover elétrons do metal, como podemos observar na Figura 30.

Figura 30 – Representação (fora de escala) do experimento do efeito fotoelétrico decorrente da ação do campo elétrico sobre os elétrons emitidos, estabelecendo uma corrente elétrica mensurável.



Fonte: KNIGHT, Randall; Física 4: uma abordagem estratégica – Porto Alegre: Bookman, 2009

Podemos citar algumas características a respeito do efeito fotoelétrico:

- 1) Para que o efeito fotoelétrico ocorra, deve ser disponibilizado uma frequência mínima de radiação incidente. Caso a radiação incidente possua frequência inferior a esse valor, não importa qual seja a intensidade da radiação, não será possível arrancar os elétrons do material.
- 2) No momento em que os elétrons são arrancados do material, sua energia cinética é mantida, independente da intensidade de luz que é incidida. O que muda com o aumento da intensidade da luz incidente, é simplesmente o aumento da quantidade de elétrons desprendidos, e não a velocidade dos mesmos.

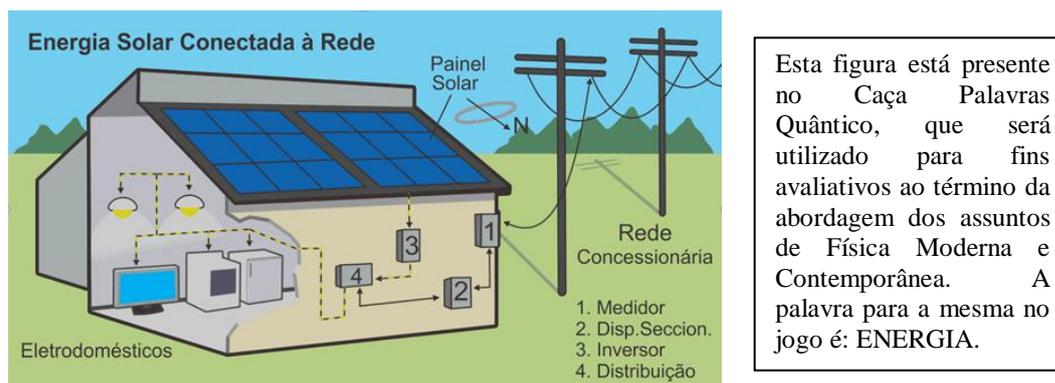
Dessa forma, a radiação adquire uma nova interpretação; Abre-se a possibilidade de que as radiações eletromagnéticas (inclusive a luz), além do caráter ondulatório, possa incorporar um caráter corpuscular. Podemos considerar então que os fótons, comportam-se com corpúsculos e sua energia é dada pela Equação 1.

Interessante de se observar que, no momento da concepção da explicação do efeito fotoelétrico, até mesmo o próprio Planck, não aceitou muito bem a ideia de que houvesse a

possibilidade de considerar a luz, ao mesmo tempo, como onda e como partícula. Até mesmo Einstein chegou a considerar a correspondente ideia, como um simples subsídio especulativo e momentâneo, já que a proposta era bastante inovadora para a época. No entanto, novos indícios de quantização da luz e da energia se apresentaram, de forma que, a teoria corpuscular para a luz fosse cada vez mais aprovada. Por fim, a explicação dada por Einstein para o efeito fotoelétrico só corroborou ainda mais a teoria de Planck para o problema da radiação de corpo negro.

A descoberta do efeito fotoelétrico fez com que vários aparelhos dotados de células fotoelétricas fossem desenvolvidos, no intuito de que a energia luminosa pudesse ser transformada em energia elétrica. Tais células também podem ser usadas para ligar/desligar circuitos elétricos, como é o caso sistema para abrir e fechar torneiras de lavatório ou portas de elevador, acender e desligar automaticamente a iluminação de prédios e ruas, interromper o funcionamento de uma máquina industrial, caso um trabalhador coloque seu corpo em uma zona de perigo. Convém mencionar, cuidado, não confunda efeito fotoelétrico com efeito fotovoltaico, como apresentado na Figura 31.

Figura 31 – Esquema de sistema para conversão de energia solar em elétrica.



Fonte: <http://www.zarafalcao.com.br/images/energia-solar-animacao.gif>, acessado em 31/10/2016

Definição: O efeito fotovoltaico é o surgimento de uma tensão elétrica em um material semicondutor, quando é exposto à luz visível. Os dois efeitos estão relacionados, mas são processos diferentes. No efeito fotoelétrico, o elétron que recebe a energia proveniente da luz, é arrancado do material. Já no efeito fotovoltaico, esse elétron é simplesmente deslocado de nível de energia para outro, na estrutura atômica do material. Ver: Modelo Atômico de Bohr. Fonte: <http://www.blue-sol.com/energia-solar/energia-solar-como-funciona-o-efeito-fotovoltaico/>

3.3.3 Aula 3 – Dualidade onda-partícula

Fundamentação Teórica

Tomando como base, a teoria corpuscular de Einstein para a luz, Louis de Broglie (1892-1987) defende a ideia de que se a luz, que era vista como uma manifestação de onda, poderia ser interpretada como uma manifestação corpuscular, então o elétron que era entendido como uma partícula, poderia ser também interpretado como uma manifestação de onda. No ano de 1923, este teórico apresenta a comunidade científica suas ideias, apresentando a Equação 2, expressão relativamente simples e elegante para se calcular o comprimento de onda de um elétron.

Equação 2 – Expressão para cálculo do comprimento de onda de De Broglie

$$\lambda = \frac{h}{Q} = \frac{h}{mv}$$

em que λ é o comprimento de onda do elétron, e tem como unidade no S.I. o metro (m), h é a constante de Planck (já ressaltada anteriormente), Q é a quantidade de movimento do elétron que tem como unidade no S.I. o quilograma metro por segundo (kg.m/s), m é sua massa, que no S.I. tem como unidade o quilograma (kg) e v corresponde a velocidade, que no S.I. tem o metro por segundo (m/s) como unidade.

Em seu trabalho, De Broglie postula que a frequência f presente em cada onda de matéria, poderia ser calculada através da Equação 3, originalmente desenvolvida por Planck.

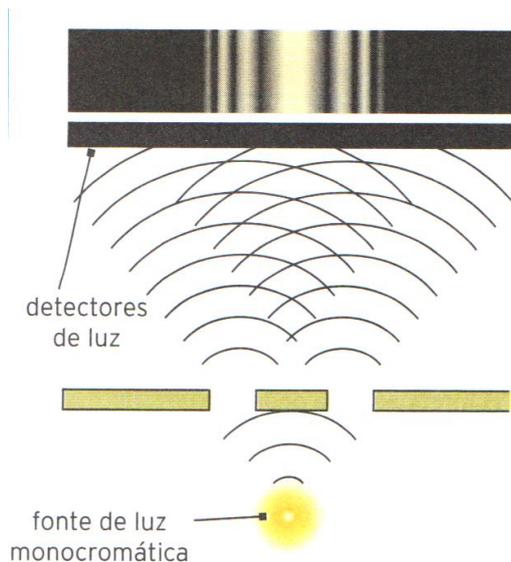
Equação 3 – Expressão para frequência da onda de De Broglie

$$f = \frac{E}{h}$$

em que E é a energia e h é a constante de Planck (com unidades no S.I. já mencionadas).

A comprovação experimental dessa teoria, foi obtida apenas em 1927 (4 anos depois), tendo por base o experimento realizado por Thomas Young (1773-1829). Esse experimento, consistiu em fazer com que uma luz monocromática incidisse em duas fendas próximas, e em seguida observar o padrão que seria formado em um anteparo do lado oposto a fonte de luz. O que pôde ser observado após a passagem da luz pelas fendas, foi a formação de um padrão de interferência, que tinha o aspecto de linhas paralelas de diferentes larguras, conforme pode ser visto na figura 32.

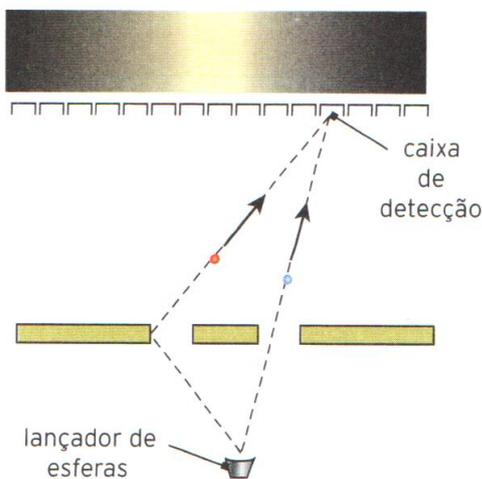
Figura 32 – Cenário 1: Padrões de interferência de uma onda eletromagnética



Fonte: STEFANOVITS, A. Ser protagonista: física, 3o ano: ensino médio. 2. ed. São Paulo: Edições SM, 2013.

Por equivalência, considerando o experimento de Young ilustrado anteriormente (Cenário 1), De Broglie sugere que o fenômeno de difração, responsável pelo surgimento do padrão de interferência no anteparo, também ocorra com a incidência de um feixe de partículas. Implementando um experimento semelhante ao que foi colocado em prática por Young, com a simples diferença que ao invés da luz, seriam lançadas esferas suficientemente pequenas, possibilitando assim que as mesmas transpassassem através das fendas, De Broglie obteve um padrão de distribuição de partícula, como pode ser observado na figura 33.

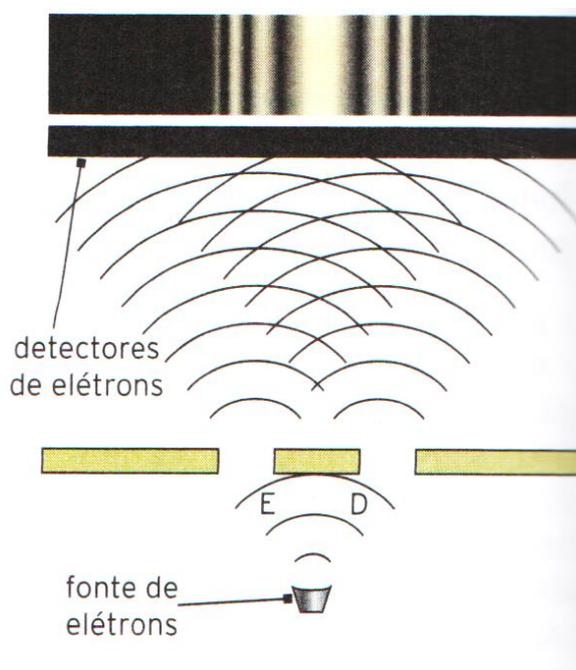
Figura 33 – Cenário 2: Padrões de distribuição de esferas lançadas em experimento de dupla fenda



Fonte: STEFANOVITS, A. Ser protagonista: física, 3o ano: ensino médio. 2. ed. São Paulo: Edições SM, 2013.

Como já foi dito, após quatro anos da proposição lançada por De Broglie, Clinton J. Davisson (1881-1958) e Lester H. Germer (1896-1971) montam um experimento similar ao de Young e conseguem lançar um feixe de elétrons através de duas fendas (Figura 34). O que foi observado no anteparo, foi que o padrão formado foi um padrão semelhante ao padrão de interferência obtido anteriormente com a luz (Figura 32).

Figura 34 – Cenário 3 - Padrões de interferências de um feixe de elétrons



Fonte: STEFANOVITS, A. Ser protagonista: física, 3o ano: ensino médio. 2. ed. São Paulo: Edições SM, 2013.

Dessa forma, obtia-se a comprovação de que a matéria também pode ser analisada sob a abordagem de onda. Dessa concepção, inúmeras dúvidas surgiram. Uma delas, foi que, comparando-se ao experimento de Young original, a luz passava através das duas fendas de forma simultânea. No entanto, com os elétrons, o que se esperava era que estes também atravessassem ambas as fendas de forma simultânea, adquirindo dessa forma, o comportamento de uma “onda de matéria”. No entanto, tal fato não ocorreu. Para se entender melhor essa questão, seria necessário mudar a maneira de como olhar o que ocorria no experimento, e consequentemente nos conceitos físicos considerados como inquestionáveis na época. Essas questões só viriam a ser respondidas, através dos trabalhos do físico alemão Werner Heisenberg (1901-1976) e do austríaco Erwin Schrödinger (1887-1961), que serão vistos na aula 7 deste manual.

3.3.4 Aula 4 – Modelo atômico de Bohr

Fundamentação Teórica

Na década de 1910, algo que todos os físicos sabiam, era que o entendimento da estrutura elementar do átomo de hidrogênio (átomo mais simples), necessitava de uma teoria nova. Com o hidrogênio emitindo sempre as mesmas frequências luminosas, era uma evidência que existia alguma relação não conhecida, em sua estrutura interna. Tomando como base o conceito oriundo de Planck e Einstein, em 1913, Niels Bohr um físico dinamarquês, elabora um modelo que responde de forma adequada, as inquietações da estrutura atômica do hidrogênio.

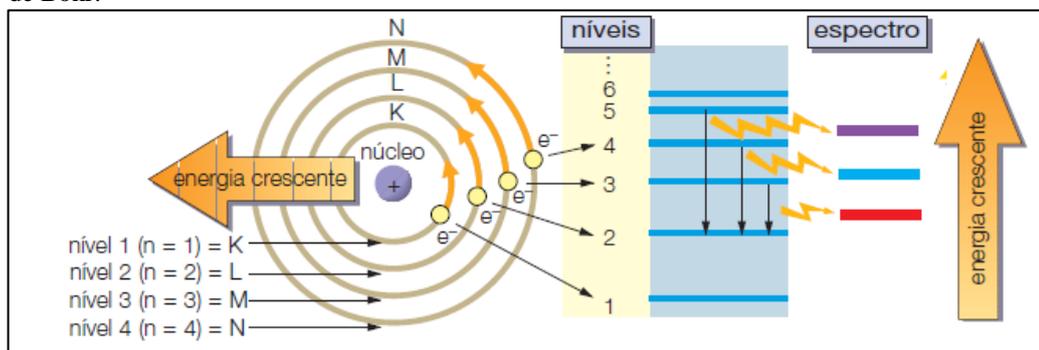
Dentre essas inquietações, o porquê dos elétrons não se chocarem com o núcleo atômico, graças a perda de energia natural pelo movimento orbital, era considerada como uma grande dúvida para a comunidade científica. Para isso, confiante de que as ideias modernas do quantum de ação de Planck resolveriam essas dificuldades, Bohr propõe uma hipótese simples, ousada e genial que justificava as órbitas circulares idealizadas na estrutura do átomo.

De acordo com a teoria moderna do quantum, a radiação térmica, só é capaz de se propagar em quantidades de energias discretas, de valores mínimos. Tomando como base tal certeza, Bohr concluiu que os elétrons também deveriam possuir órbitas com quantidades discretas de energia, podendo transitar de uma para outra órbita, através do que ele chamou de *saltos quânticos*. No momento em que não existe mais possibilidade de que os elétrons saltem para níveis menores de energia (mais próximos do núcleo), isso então significa que o elétron está no seu menor estado energético possível, podendo permanecer ali por tempo indeterminado. Isso, devido ao fato de não haver na natureza, valor de energia possível para que houvesse essa “queda”. Por esse motivo, as raias observadas nos espectros, se apresentam de formas isoladas e descontínuas, sendo associadas a números inteiros **n**. Com isso, se conclui que esses números deveriam ser relacionados as órbitas que seriam permitidas pela natureza, à presença de elétrons. Com base em tal concepção, Bohr nomeia essas órbitas de *estados estacionários*, já que nelas, os elétrons poderiam continuar infinitamente sem perder energia.

Novamente ancorado na ideia do quantum de luz, Bohr recorre tal fundamento, para explicar os saltos quânticos realizados pelos elétrons. De acordo com o mesmo, o elétron teria a capacidade de emitir esse *quantum* de luz e dessa forma, “saltar” para um nível mais baixo, já que o mesmo teria menos energia que antes, sendo então necessário, mudar para um estado menos energético. Tais desníveis energéticos, dependem de cada elemento químico, e até por isso, cada elemento emite os mesmos quanta de luz, configurando para cada elemento, um

espectro específico. A Figura 35 ilustra a representação pictórica dos orbitais do átomo de hidrogênio.

Figura 35 – Representação esquemática das quatro primeiras órbitas do átomo de hidrogênio de acordo com o modelo de Bohr.



Fonte: <http://ro-quimica.blogspot.com.br/2014/01/a-quimica-dos-fogos-de-artificios-para.html>, acessado em 31/10/2016.

Apesar de sistematizar uma teoria que se alicerçava através de ideias novas para a época, Bohr continuou a agregar tanto novas ideias surgidas na época, mas também utilizando de concepções que haviam sido comprovadas exaustivamente de forma experimental. Com base em tais concepções, Bohr as trás a sua teoria, reunindo basicamente em duas condições principais:

1ª Condição: Um elétron presente em uma determinada órbita $n_{inicial}$, com um nível energético $E_{inicial}$, permanece na mesma, sem emitir nenhum tipo de radiação, por tempo indeterminado.

2ª Condição: No momento em que o elétron adquire ou perde energia proveniente de um fóton, este “salta” de uma órbita $n_{inicial}$ de nível energético $E_{inicial}$, para uma órbita n_{final} com energia E_{final} maior ou menor. Nessa transição ele absorve ou emite um fóton, o que determina qual o sentido da transição do elétron entre os níveis de energia. Como essa energia proveniente dos fótons é disponibilizada em valores quantificados de energia de acordo com a expressão para energia (Equação 1), o elétron só pode saltar para órbitas específicos.

Dessa forma, podemos concluir que a diferença de energia entre dois níveis quânticos, é dada por:

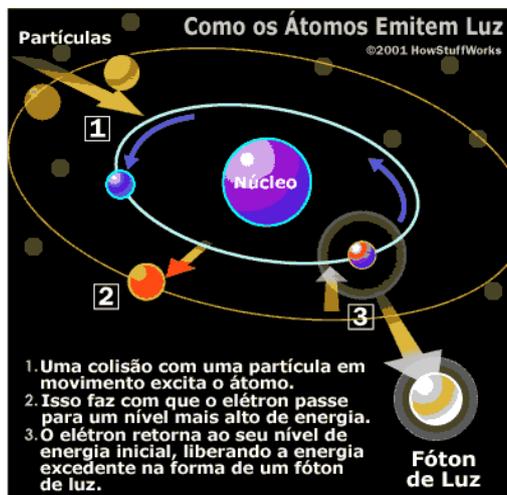
Equação 4 – Diferença de energia entre dois níveis quânticos

$$E_{final} - E_{inicial} = hf$$

em que E_{final} corresponde ao nível energético da camada n_{final} , $E_{inicial}$ corresponde ao nível energético da camada $n_{inicial}$, h corresponde a constante de Planck e f é a frequência do fóton absorvido ou emitido nessa transição.

Na Figura 36, podemos ver como ocorre a transição de um elétron entre os níveis energéticos, e como ocorre a interação do elétron com o fóton absorvido e emitido:

Figura 36 – Transição do elétron.



Fonte: <http://static.hsw.com.br/gif/fluorescent-lamp-atom.gif>, acessado em 31/10/2016.

3.3.5 Aula 5 – Energia Nuclear: Da alquimia a geração de energia

Desde a antiguidade, o homem anseia em ter a capacidade de transformar um elemento químico em outro. A alquimia nasce, a partir do desejo de se transformar chumbo em ouro, e com ela, várias reações químicas são realizadas nesse intuito. Tal realização no entanto, nunca foi alcançada, pois em tais reações químicas, só ocorre interações na camada da eletrosfera, sendo que para se alcançar esse objetivo, seria necessário modificar as configurações no núcleo dos átomos.

Com o avanço da tecnologia, foram desenvolvidos processos de desintegração nuclear. A possibilidade de transformar elementos artificialmente são agora possíveis, mas com outro fim: aproveitar a energia presente no núcleo atômico. Dessa forma, a energia nuclear apresentou-se em diversas ações, desde a geração de energia elétrica para consumo residencial e industrial até terapias direcionadas ao combate ao câncer.

Resumiremos na sessão seguinte, os dois principais processos relacionados a obtenção de energia através do núcleo atômico: A fissão e a fusão nuclear.

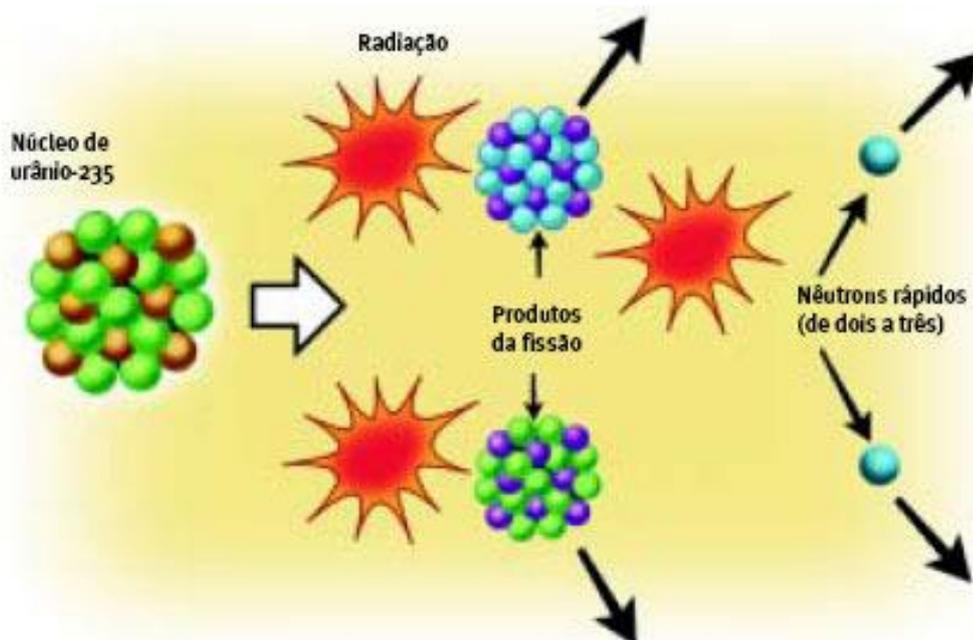
Fissão nuclear

Nesse processo, os nêutrons são acelerados em direção a um núcleo pesado. Graças a interação ocasionada pelo acréscimo do nêutron nesse núcleo original, o mesmo se rompe em

núcleo menores, fazendo com que novos elementos químicos sejam formados, mas também, que haja uma enorme liberação de energia.

Um exemplo disso, é a fissão do urânio-235, um elemento que se apresenta na natureza de forma relativamente instável. Podemos ver a partir da Figura 37, que quando um núcleo de urânio-235 é atingido por um nêutron, o processo de separação do núcleo atômico ocorre, transformando-se em dois elementos de núcleos mais leves. Nesse processo, há liberação de energia na forma de radiação eletromagnética.

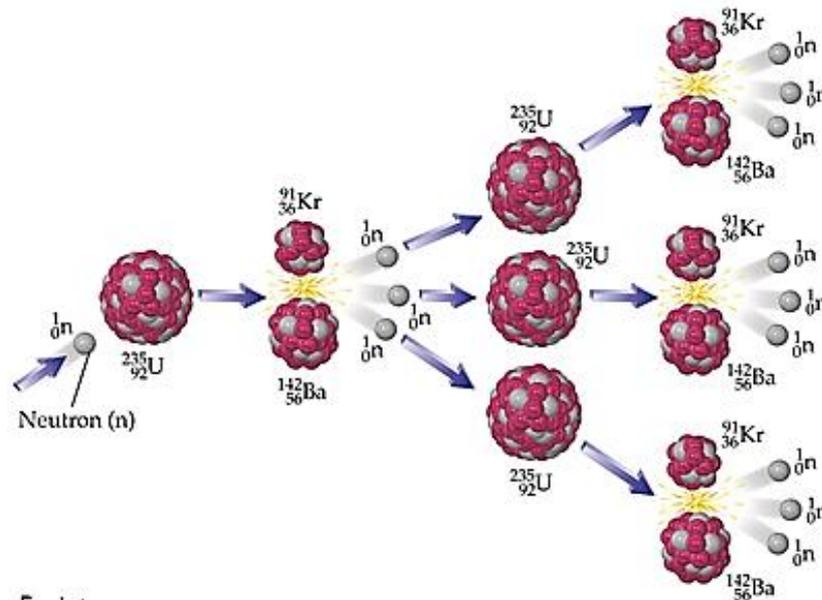
Figura 37 – Fissão Nuclear.



Fonte: <http://www.biodieselbr.com/i/energia/nuclear/fissao-nuclear.jpg>, acessado em 31/10/2016

No momento em que o produto de um processo de fissão inclui a produção e liberação de nêutrons livres, estes podem se chocar com outros núcleos pesados, desencadeando dessa forma, novos processos de fissão, liberando assim novos nêutrons para outros núcleos pesados. Esse tipo de processo, é conhecido como reação em cadeia, e pode ser ilustrado na Figura 38.

Figura 38 – Reação em cadeia.

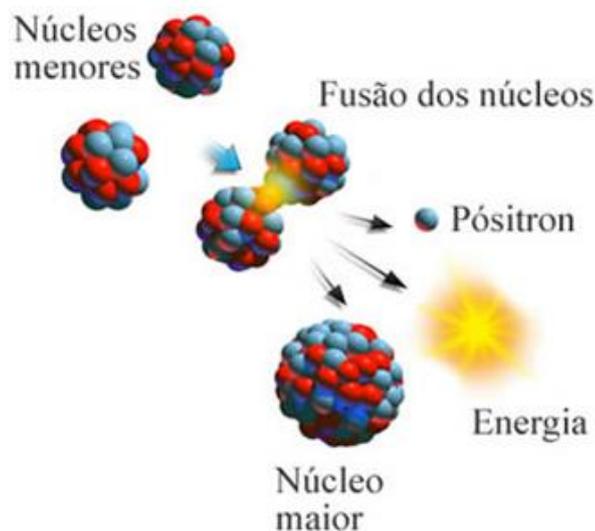


Fonte: http://wps.prenhall.com/wps/media/objects/476/488316/Instructor_Resources/Chapter_17/FG17_10.JPG, acessado em 31/10/2016.

Fusão nuclear

Nesse processo, núcleos leves são colididos. Com isso, funde-se os núcleos, fazendo surgir um novo núcleo com número atômico maior. Nesse processo, também é liberada energia em forma de radiação, como podemos observar na Figura 39.

Figura 39 – Fusão Nuclear.



Fonte: <http://s2.static.brasilecola.uol.com.br/img/2012/11/fusao.jpg>, acessado em 31/10/2016.

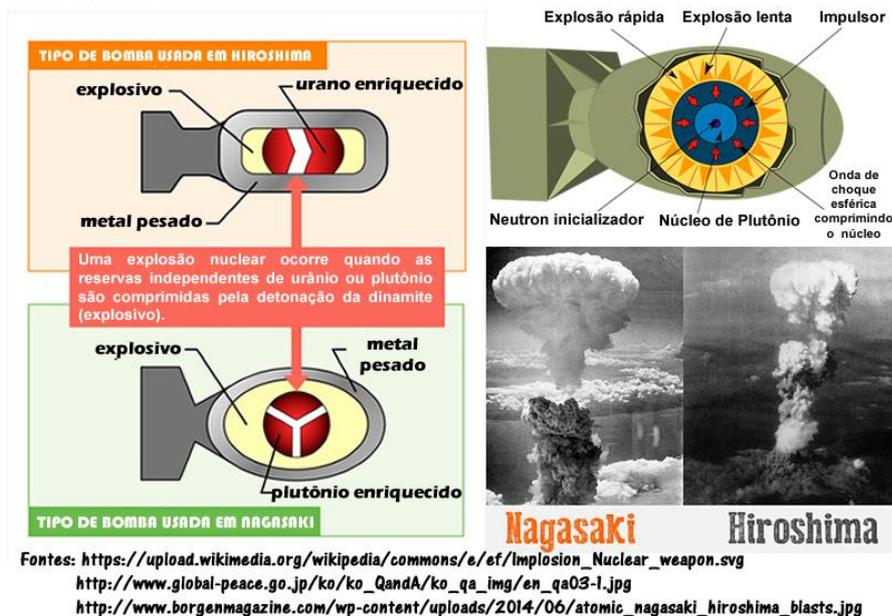
Por conta da grande força de repulsão presente entre os núcleos, o processo de fusão é mais difícil de ser realizado. Para que o mesmo ocorra, tal repulsão deve ser vencida por uma força de maior intensidade, fazendo com que a distância entre os núcleos seja suficiente para que a interação nuclear forte presente nos núcleos, realiza a atração necessária a fusão. Além

disso, devem ser estabelecidas condições de pressão e temperatura muito altas, em um intervalo de tempo suficiente para que a reação aconteça. Para tal fim, é necessária uma enorme quantidade de energia, justificando-se então, o porque do desenvolvimento de processos de geração de energia por meio de fusão, ainda estar tão atrasado.

Bombas Nucleares

O princípio fundamental para que uma bomba nuclear funcione, é estabelecer que haja o efeito em cadeia. Para isso, algumas condições técnicas são necessárias. Na bomba de fissão, a primeira diz respeito a necessidade dos nêutrons emitidos em uma colidirem com outros núcleos físséis. Para que isso ocorra de forma contínua, é necessário que haja uma razoável quantidade de urânio 235 puro ou de plutônio 239, estabelecendo o que é conhecido como a massa crítica da bomba. A segunda condição, é que essa massa deva se encontrar extremamente reduzida a um pequeno volume. Tais condições são alcançadas, mediante o uso geralmente de dinamite, a qual, no momento da detonação, pressiona os átomos da substância físsil entre si. Esse processo pode ser visualizado na Figura 40.

Figura 40 – Bomba Atômica.



Fontes: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ef/Implosion_Nuclear_weapon.svg
http://www.global-peace.go.jp/ko/ko_QandA/ko_qa_img/en_qa03-1.jpg
http://www.borgenmagazine.com/wp-content/uploads/2014/06/atomic_nagasaki_hiroshima_blasts.jpg
Acessados em 31/10/2016.

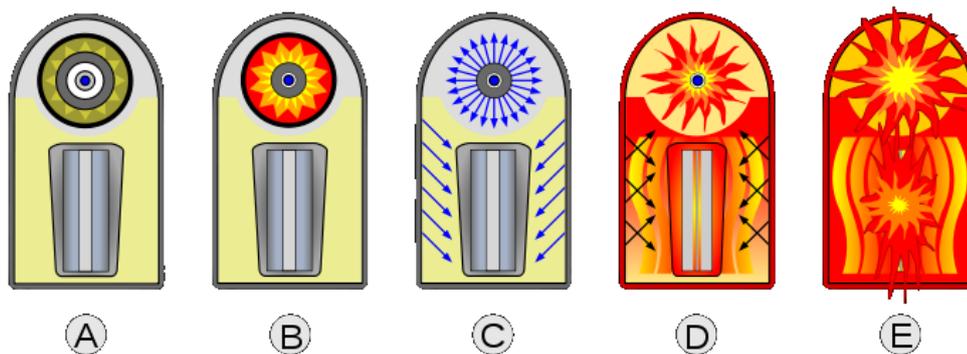
Nesse tipo de bomba nuclear, duas quantidades de massas de urânio 235 (ou plutônio), isoladas no início do processo, são unidas mediante o disparo de um projétil impulsionado a

partir da detonação de explosivo comum, geralmente dinamite. Dessa forma, a reação em cadeia é iniciada, a partir do estabelecimento de massa maior do que a massa crítica inicial, e ocorre a explosão (liberação de energia).

Tais bombas, também são chamadas de bombas atômicas A. A característica fundamental de tais bombas é que a partir de uma quantidade maior de massa, são formados através do processo de fissão, fragmentos mais leves. Pela conservação de energia, pode-se ver então que, a diferença de massa corresponde a liberação de energia que é promovida no momento da explosão.

Também existem as bombas nucleares de fusão, também conhecidas como bombas de hidrogênio ou bombas H. Nessas bombas, a liberação de energia se dá através da fusão de núcleos leves (como os de hidrogênio), em núcleos de massa maior. Como já vimos anteriormente, as condições para que tal processo seja desencadeado, partem do estabelecimento de altas temperaturas e pressão, similar ao que ocorre no processo de produção de energia nas estrelas, e também da necessidade de grandes quantidades de energia para unir os núcleos. Por conta disso, a única forma encontrada hoje para estabelecer tais condições, é utilizando a detonação de uma bomba de fissão, como podemos ver na Figura 41.

Figura 41 – Funcionamento de uma bomba de fusão



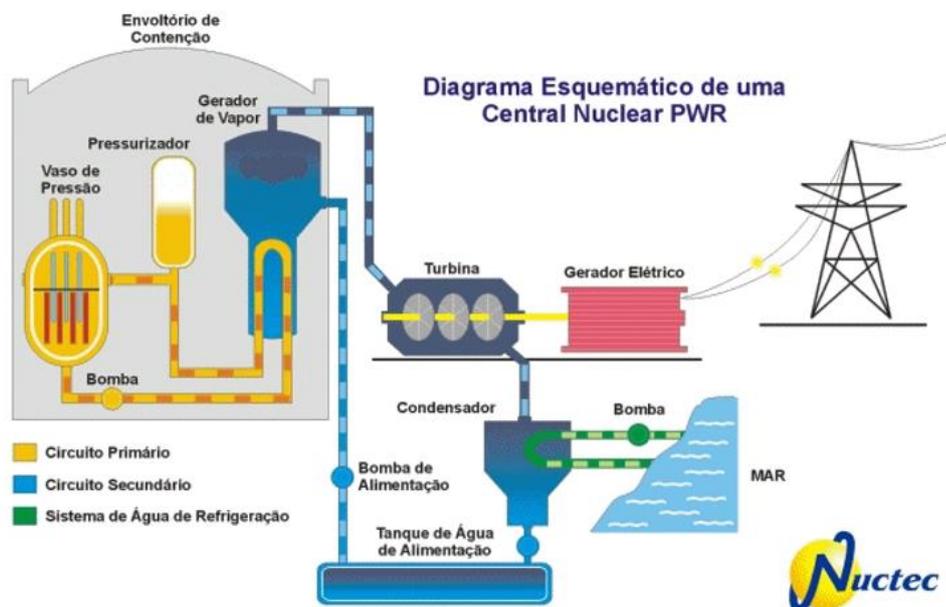
Fonte: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/df/BombH_explosion.svg/700px-BombH_explosion.svg.png, acessado em 31/10/2016.

No figura 41, podemos observar que as substâncias passíveis de fusão, como deutério e trítio, encontram-se dentro de uma cápsula (também chamado de sistema secundário), isolado do sistema primário, que carrega a bomba de fissão (etapa A). Uma vez detonada a bomba de fissão (etapa B), a explosão pressiona o sistema secundário (etapa C), fazendo com que a temperatura do sistema aumente consideravelmente (etapa D), iniciando dessa forma, o processo de fusão (etapa E). Dessa forma, a segunda liberação de energia é estabelecida, ocorrendo assim uma grande explosão.

Usinas Nucleares

Como sabemos, o funcionamento de uma usina termelétrica, se baseia na geração de energia elétrica, através do movimento de uma turbina, associada a um gerador elétrico. Através do vapor de água que é fervida através de uma fonte de energia térmica (que na maioria das vezes se dá pela queima de combustível fóssil), a turbina gira, fazendo com que o gerador funcione. Em uma usina nuclear, a diferença se dá apenas, pelo que o que faz a água ferver para se gerar o vapor necessário para movimentar a turbina, é oriundo da energia térmica liberada através de um reator nuclear. Como pode ser visto na Figura 42.

Figura 42 – Representação esquemática de usina termonuclear



Fonte: http://www.cienciaegames.com.br/uploads/2/5/5/7/25578698/931317_orig.gif, acessado em 31/10/2016.

3.3.6 Aula 6 – Relatividade Restrita

Em 1905, Albert Einstein lança uma teoria que revolucionaria todo o mundo científico: a teoria da Relatividade Restrita. Esta teoria se baseia no fato de Einstein considerar que a velocidade da luz é absoluta, ou seja, caso um raio de luz esteja se propagando no vácuo, não se poderia ter, independentemente do referencial adotado, velocidade maior do que essa. No entanto, para isso, o tempo e espaço deveriam ser relativos. Dessa forma, tempo e espaço, que eram absolutos de acordo com a teoria clássica, passariam a ser conceituados como grandezas relativas na mecânica relativística de Einstein. O mesmo postula então que:

- As leis físicas devem ser sempre as mesmas em todos os referenciais inerciais;

- A velocidade da luz se apresenta sempre com o mesmo valor, independentemente do referencial inercial adotado.

Se analisarmos corpos que se movimentam em baixas velocidades (bem abaixo da velocidade da luz do vácuo), os efeitos relativísticos são desprezíveis, e, portanto, de difícil visualização. No entanto, para corpos que se deslocam com velocidades próximas a da velocidade da luz, a Teoria da Relatividade Restrita traz consequências importantíssimas. Dentre essas consequências, podemos citar a impossibilidade de estabelecer uma sincronização universal dos relógios. Tal fato, poderia então sustentar medidas invariáveis da duração de fenômenos, independentemente como esses viessem a ocorrer. Se fosse possível mandar uma informação a uma velocidade infinita, um determinado evento, como por exemplo, o momento final da morte de uma estrela, por exemplo, se poderia detectar de forma simultânea em qualquer parte do Universo e, dessa forma, abriria-se a possibilidade de sincronizar todos os relógios existentes.

Contudo, a possibilidade de se enviar uma determinada informação, de forma mais rápida do que a luz no vácuo, iria em desacordo com a relatividade restrita de Einstein. Dessa forma, apesar da luz no vácuo ter uma velocidade muito grande, esta não é infinita. A explosão de uma estrela, só seria detectada em nosso planeta, depois de um certo tempo. Dependendo da distância que a estrela está em relação a nosso planeta, pode-se passar anos para ser detectado alguma mudança na mesma. Dessa forma, tal evento não pode ser utilizado para sincronização de um tempo universal. Se não é possível sincronizar relógios, a relatividade de qualquer medida de tempo deve ser admitida, não sendo possível assim, existir um tempo absoluto, percebido da mesma forma e simultaneamente em todo o Universo.

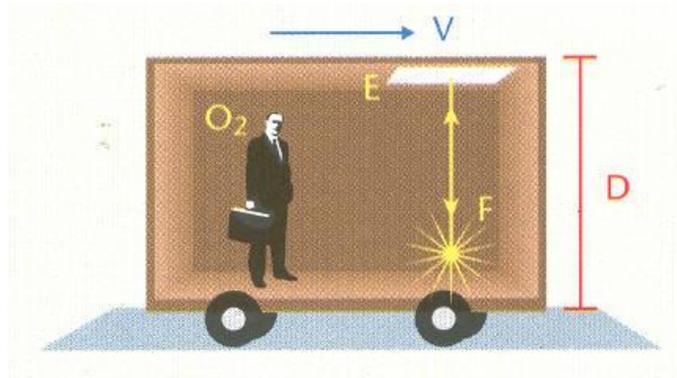
Dessa forma, admitindo-se diferentes medidas de tempo que dois observadores podem fazer de um mesmo fenômeno, isso acarreta que, os mesmos podem também perceber diferentes distâncias a partir de diferentes referenciais.

Dilatação do tempo

Com base no princípio da constância da velocidade da luz e da cinemática fundamental, verifica-se que, se distâncias percorridas por um determinado corpo dependem de um referencial adotado, mas a velocidade da luz não, para o tempo deveria-se ter alguma consequência por conta disso. Tal consequência corresponde a dilatação do tempo.

De forma simples, Einstein percebeu que a ocorrência de um mesmo evento pode ser verificado em intervalos de tempo distintos, dependendo do referencial que é adotado, conforme ilustrado na figura 43.

Figura 43 – Pulso de luz sendo visualizado por observador no referencial dentro do vagão



Fonte: <http://sala23a.freehostia.com/aulas-2/fisica/fisica-moderna/>, acessado em 31/10/2016.

Pode-se ver através da figura anterior, que um pulso de luz é emitido do piso de um vagão que se move com uma velocidade próxima a da luz. O pulso que é emitido dentro do vagão, se propaga em direção ao teto do mesmo, aonde se encontra um espelho. Um observador O_2 presente dentro do vagão, percebe tal pulso se propagando para cima, refletindo no espelho e retornando ao ponto de emissão do pulso de luz. Dessa forma, admite-se que o pulso de luz se propagou uma distancia $2D$ em todo o processo. Dessa forma, o tempo Δt_2 que seria medido pelo observador dentro do vagão poderia ser calculado de acordo com a equação 5.

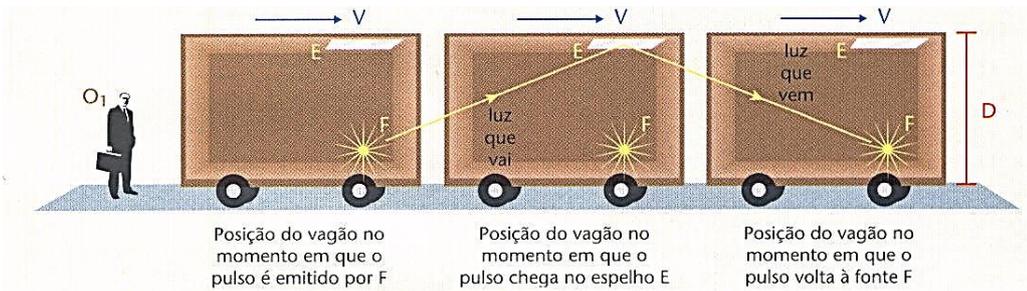
Equação 5 – Tempo medido pelo observador dentro do vagão

$$\Delta t_2 = \frac{2D}{c}$$

em que c , corresponde a velocidade da luz no vácuo, que tem no S.I. o metro por segundo (m/s) como unidade padrão.

Agora observe o mesmo evento, observado pelo observador O_1 que se encontra fora do vagão que se desloca com velocidade v , observado na Figura 44.

Figura 44 – Pulso de luz sendo visualizado por observador no referencial fora do vagão.



Fonte: <http://sala23a.freehostia.com/aulas-2/fisica/fisica-moderna/>, acessado em 31/10/2016.

Note que para esse observador, a medida do percurso que o pulso de luz percorre, é maior do que aquele observado anteriormente. Considerando que a velocidade da luz não muda, será então necessário considerar que o tempo do evento também seja diferente entre os dois referenciais. Dessa forma, para o observador O_1 , a medida do tempo é maior em relação ao tempo medido pelo observador O_2 , sendo calculado através da equação 6.

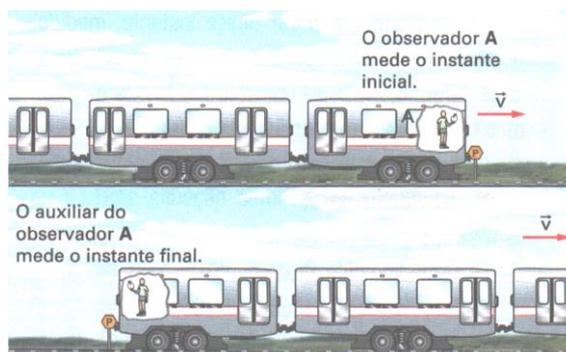
Equação 6 – Intervalo de tempo relativístico

$$\Delta t_1 = \frac{\Delta t_2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Contração do espaço

Outra consequência relacionada a relatividade restrita, diz respeito ao processo de medir o comprimento de corpos que estejam se movendo em referenciais distintos. Considere a Figura 45.

Figura 45 – Medição do tempo de passagem de um trem, de acordo com o referencial interno.



Fonte: GASPAR, A. Compreendendo a física. 1. ed. São Paulo: Ática, 2011.

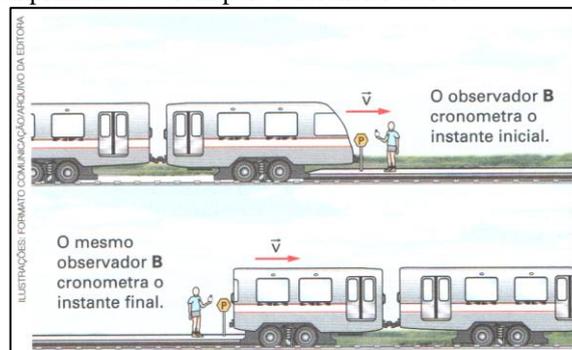
Digamos que o observador A que está dentro de um trem, queira medir o comprimento desse trem que se desloca com velocidade v . Para isso, o mesmo pede ajuda de um colega para que juntos, com o auxílio de cronômetros, possam medir o intervalo de tempo em que um ponto fixo na rodovia passa por eles. Considerando que o observador A está na parte frontal do trem, e seu amigo na parte traseira do trem, seria possível obter o intervalo de tempo Δt , para que o trem transpasse totalmente esse ponto fixo, e sabendo-se o valor de velocidade v do trem, calcular o comprimento L_2 do trem, através da Equação 7.

Equação 7 – Expressão para calcular o comprimento do trem pelo referencial de dentro

$$L_A = v \cdot \Delta t$$

Agora façamos um observador B, fora do mesmo ônibus, parado em relação ao ponto fixo adotado anteriormente, medindo o intervalo de tempo necessário para que o trem passe por ele totalmente. Conforme representado na figura 46.

Figura 46 – Cálculo para o comprimento do trem pelo referencial de fora.



Fonte: GASPAR, A. **Compreendendo a física**. 1. ed. São Paulo: Ática, 2011.

Perceba que nesse caso, não foi necessário que houvesse um ajudante para se medir o tempo. Supondo que esse observador já conheça a velocidade do trem, basta o mesmo agora munido do resultado obtido em seu cronômetro, calcular o comprimento do trem, através da seguinte expressão:

Equação 8 – Expressão para calcular o comprimento do trem pelo referencial de fora

$$L_B = v \cdot \Delta t'$$

Utilizando a expressão da dilatação do tempo anteriormente apresentada, podemos chegar na Equação 9, que consiste na expressão da contração dos comprimentos.

Equação 9 – Comprimento relativístico

$$L_B = L_A \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

Perceba que, assim como na dilatação do tempo, essa diferença existente está relacionada apenas com a medida que é efetuada em cada referencial. Não se pode achar que os corpos mudam seu aspecto físico ou a velocidade com que o tempo passa para ambos. O que muda, é simplesmente o resultado da medida que é efetuada, quando realizadas em referenciais distintos.

3.3.7 Aula 7 – Princípio da incerteza de Heisenberg e a contribuição de Schrödinger

No mesmo ano em que foi executado o experimento de dupla fendas com esferas (1927), o físico alemão Werner Heisenberg (1901-1976) desconstrói mais um dos paradigmas na Física, através do que o próprio chamou de princípio da Incerteza. Esse princípio se baseia de forma simples, na seguinte afirmação: É impossível medir ao mesmo tempo a posição e a quantidade de movimento de uma partícula atômica.

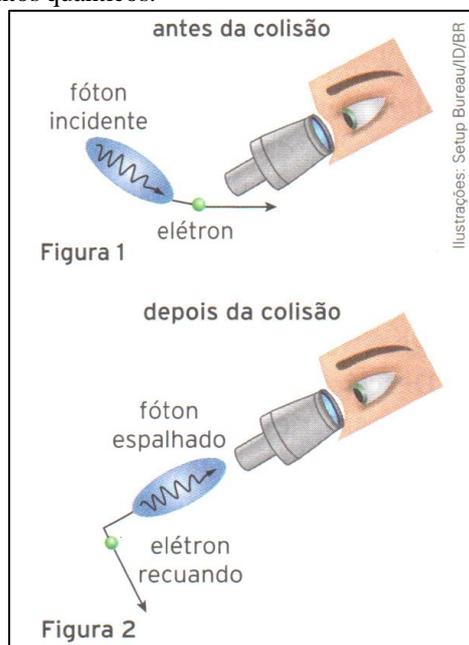
Quando se realiza uma medida na física clássica, naturalmente estas apresentam valores de incertezas associadas muitas vezes a precisão dos equipamentos ou ao cuidado necessário nos procedimentos de medida. No momento em que se utiliza equipamentos mais precisos, e se executa procedimentos adequados de medição, os erros decrescem, sem que exista um limite de precisão.

Na física Quântica, a situação muda de figura com relação a essa precisão. De acordo com o princípio da Incerteza, a incerteza na medida não pode ser minimizada indefinidamente. Pelo simples fato de medir uma determinada grandeza em um sistema quântico, uma mudança irreversível do sistema é ocorrida, sendo impossível detectar o estado anterior da realização da medida.

Para que possamos visualizar melhor esse princípio, imagine que com um microscópio óptico, fosse possível medir a posição e a velocidade de um determinado elétron com exatidão. Nesse processo então, um fóton teria de incidir no elétron, passar pelas lentes do microscópio e após isso, retornar ao olho do observador. No entanto, surge um problema! No momento em que o fóton entra em contato com o elétron, este transmite parte de sua energia ao elétron, modificando dessa forma a quantidade de movimento do mesmo. Dessa forma, quando se procura identificar o elétron com precisão, a mudança de sua velocidade, faz com que a

incerteza na medida aumente, impossibilitando uma medida totalmente exata. Na Figura 47, podemos ver uma representação para esse experimento idealizado por Heisenberg.

Figura 47 – Representação do experimento mental idealizado por Heisenberg, para ilustrar a impossibilidade de precisão absoluta na medida de elementos quânticos.



Fonte: STEFANOVITS, A. Ser protagonista: física, 3º ano: ensino médio. 2. ed. São Paulo: Edições SM, 2013.

Tomando como base tal princípio, foi possível que os físicos pudessem compreender melhor, a natureza dual da luz e da matéria. Eles chegaram a conclusão que, só é possível evidenciar apenas um aspecto por vez. Isso quer dizer que, no momento em que se realiza o experimento do efeito fotoelétrico, somente o comportamento corpuscular do fóton é percebido, não sendo possível observar o aspecto ondulatório da luz. No entanto, se realizarmos o experimento de dupla fendas, será percebido o comportamento ondulatório da luz, sem que seja observado seu comportamento corpuscular. Tal fato, ocorre da mesma forma para o elétron, justificando o padrão de interferência que é observado no experimento de dupla fenda explicado anteriormente. Podemos então generalizar que, de acordo com esse princípio, todas essas entidades são ondas e partículas simultaneamente, mas somente apresentando suas características próprias (de partícula ou de onda), em cada situação experimental.

A contribuição Schrödinger

O entendimento do mundo quântico foi condensado sobretudo, pelo físico austríaco Erwin Schrödinger (1887-1961). Ele sugere uma equação de onda cuja solução, chamada de

função de onda, mostraria todo estado quântico de uma partícula em função de sua posição e do tempo. Em tal abordagem, não é impossível separar um elétron, por exemplo, do restante do átomo, de maneira que, essa função de onda fornece dados acerca de um estado (ou de uma situação), nunca de uma variável ou de uma partícula isoladamente.

Se elevarmos ao quadrado, a função de onda, este resultado é visto como sendo a probabilidade de se encontrar a partícula em determinado ponto do espaço. Por meio dela, pode-se encontrar a distribuição estatística desta partícula através do espaço, em função do tempo. Tal função, é anulada naqueles pontos aonde a partícula quântica não pode estar presente, prevendo apenas a probabilidade de um determinado evento acontecer, sem se deter com a obrigatoriedade da ocorrência ou das causas envolvidas na mesma.

Gato de Schrödinger

Consiste num experimento mental, idealizado por Schrödinger, afim de tentar explicar de forma macroscópica o comportamento das partículas quânticas. Basicamente deve-se ter um gato preso em uma caixa fechada, aonde existiria um sistema que deixaria a vida do animal a mercê de radiação proveniente de um determinado produto químico presente dentro da caixa. Caso a radiação entrasse em contato com o gato, o mesmo consequentemente morreria. Caso a radiação não entrasse em contato com o gato, o mesmo permaneceria vivo, apresentado na Figura 48.

Figura 48 – Representação gráfica do experimento mental do gato de Schrödinger.



Fonte: <https://waltercarlos.wordpress.com/2010/09/27/o-gato-de-schrodinger/>, acessado em 31/10/2016.

Segundo as concepções oriundas da Física Quântica, o gato estaria num estado vivo e morto ao mesmo tempo. No entanto, no momento em que alguém abrisse a caixa para verificar o estado do gato, este verificaria apenas uma das possibilidades. De acordo com a Física Quântica, o ato de verificar se o gato estava morto ou vivo, interfere no estado quântico, fazendo com que os estados entrem em colapso. É muito semelhante ao que vimos anteriormente com relação a observação de partículas subatômicas.

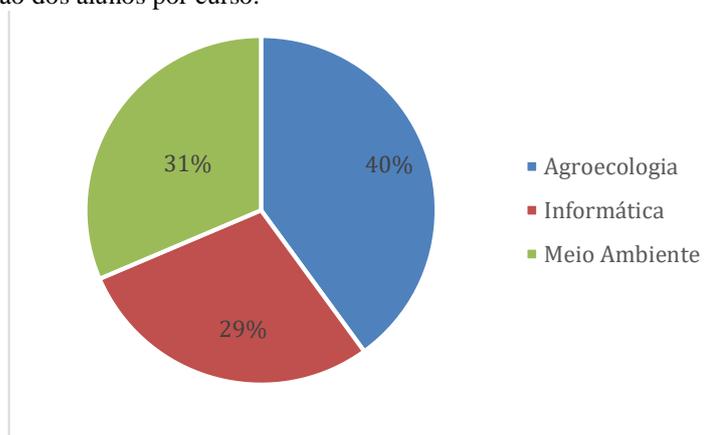
4 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO

Através de um questionário online (Disponível no Apêndice A), disponibilizado através de um link (por meio de um formulário a partir do Google Formulários, aplicativo online do Google que permite criar e compartilhar formulários para preenchimento online), e disponibilizado através da página do Facebook da instituição de ensino, e também através de formulário impresso entregue as turmas, a pesquisa foi respondida durante os meses de abril e maio de 2016. O universo de pesquisa compreendeu 70 respostas obtidas pelos discentes do Instituto Federal do Rio Grande do Norte, Campus Ipanguaçu. O questionário aplicado, foi uma ferramenta metodológica que norteou a pesquisa, sendo que sua criação e implementação, teve intuito de primeiramente, caracterizar o grupo de alunos pertencente a instituição de ensino e discutir questões referentes a percepção dos alunos, quanto a ciência Física e aos formatos de abordagem das disciplinas Física I e II na instituição. Foram separadas as perguntas em blocos, de acordo com os objetivos do questionário aplicado.

4.1 Objetivo 1: Caracterização dos respondentes

Conforme dito anteriormente, a pesquisa contou com a participação de 70 alunos, distribuídos entre os cursos técnico integrado em Agroecologia, Informática e Meio Ambiente. Do total de alunos que colaboraram com a pesquisa, 40% foram do curso de Agroecologia, 31% de Meio Ambiente e 29% de Informática, conforme pode ser visualizado na Figura 49.

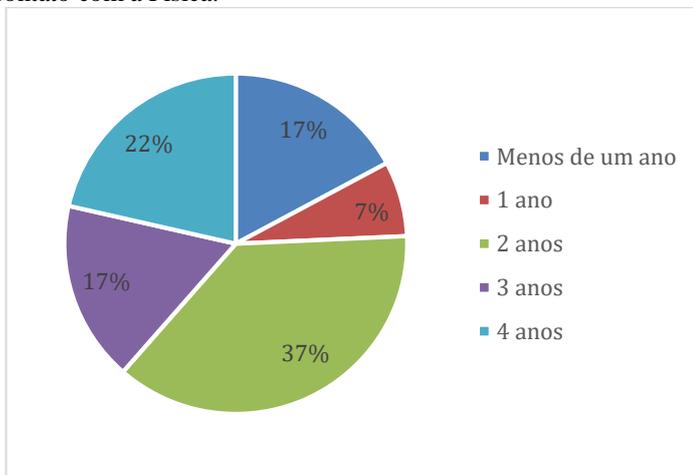
Figura 49 – Distribuição dos alunos por curso.



Outro ponto que foi indagado no questionário, foi o tempo que o aluno teve contato com a disciplina, sendo que, dos alunos pesquisados, 37% afirmaram que já tinham contato com a

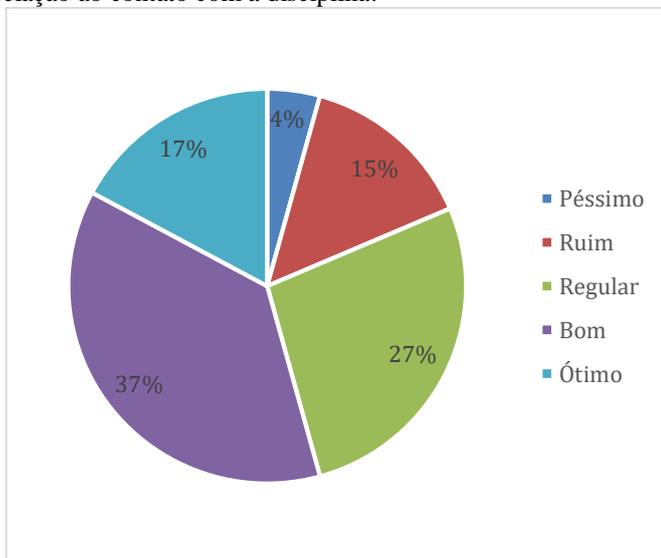
mesma a 2 anos, 22% afirmaram ter contato a 4 anos, 17% afirmaram ter contato a menos que 1 ano, 17% afirmaram ter contato a 3 anos e 7% disseram ter contato a 1 ano, conforme pode ser visto na Figura 50.

Figura 50 – Tempo de contato com a Física.



No referido questionário, foi também investigado a impressão adquirida pelos alunos, no período em que tiveram contato com a disciplina Física. 37% afirmaram que o contato com a disciplina foi bom, 27% afirmaram que o contato foi regular, 17% afirmaram que o contato foi ótimo, 15% afirmaram que o contato foi ruim e 4% afirmaram que o contato foi péssimo, conforme pode ser visualizado na Figura 51.

Figura 51 – Opinião em relação ao contato com a disciplina.



4.2 Objetivo 2: Analisar a visão dos alunos em relação a Física

No presente objetivo, o primeiro questionamento foi feito através do seguinte enunciado: Caso um amigo (a), que nunca tenha cursado alguma disciplina de física, venha a seu encontro e pergunte como é a disciplina física, você diria o que?

Como se suspeitava desde o início do trabalho, muitos alunos caracterizaram a disciplina, como muito complexa, tornando-se de difícil compreensão. Podemos ver tal panorama, através de respostas como essas:

“É bastante complexa, só se entende prestando muita atenção nas aulas e estudando mais depois.”

“Difícil, com alguns (poucos) conteúdos legais.”

“Que é uma matéria muito difícil”

“Muito complicada e difícil de entender”

Alguns alunos relataram em suas falas que o fato da disciplina conter muitos cálculos faz com que a mesma se torne complexa:

“Que considero a disciplina bem complexa e para mim bastante complicada, pois além de sua complexidade ainda conta com bastante conhecimento matemático o que nunca foi meu forte.”

“Que tem muito cálculo e teoria.”

“É complicado para quem não tem facilidade com a matemática, para aprender/decorar fórmulas, mas caso contrario, terá um bom desempenho.”

Muitos, acham a disciplina interessante (principalmente no aspecto prático), mas focam no aspecto negativo dos cálculos matemáticos da disciplina:

“Boa, um pouco complexa pelos detalhes de cálculos, mas na prática é ótima.”

“Diria que é bem legal para quem gosta de teoria e cálculo.”

“Eu diria que não é difícil, agora tinha que estudar, principalmente a tabuada, porque tem muito cálculo.”

“Sinceramente, diria que é uma disciplina com muitos cálculos mais é proveitosa.”

Enxergam a disciplina, associada ao entendimento de fenômenos naturais

“Que é fundamental para explicar certos acontecimentos do nosso dia-a-dia, pois até para nos deslocarmos a física tem uma explicação.”

“Não é tão simples de se compreender, porém com esforço algumas coisas na sua vida fazem o total sentido haja vista que a mesma explica inúmeros fenômenos que nos intrigam.”

“Acho que diria que a disciplina de física é importante pois ajuda o homem a conhecer mais sobre a natureza e toda a complexidade de suas leis, que são a base dos processos que garantem a vida.”

Atribuem a prática do professor, o fato da disciplina ser boa ou não:

“Diria que a disciplina pode ser bem confusa às vezes, principalmente se não houver uma boa troca entre professor e aluno, mas que é bastante interessante entender alguns fenômenos a partir do estudo da física.”

“É muito boa, entretanto, ela depende muito de como o professor vai passar.”

“Que dependendo do modo que o professor passe o conteúdo, ela pode ser bem interessante pois envolve várias curiosidades que temos no nosso dia-a-dia.”

Associa o fato da disciplina ser boa ou não ao professor, mas também ressalta o peso que tem o aspecto matemático da disciplina e também a instituição de ensino em si:

“Dependendo do professor pode ser fácil, mas, naturalmente tudo que tem cálculo é difícil; portanto é difícil estudar física e tirar boas notas principalmente quando se estuda no IF. ”

Ressalta-se que a disciplina pode ser melhor, se for evidenciado o caráter prático da mesma:

“Precisa de prática sempre para garantir o melhor aprendizado. ”

“Que é uma disciplina muito boa quando você consegue entender e aplicar ao dia a dia.”

“É uma disciplina muito interessante, principalmente quando se põe os conhecimentos na prática”

“Uma disciplina complicada e entender e fácil de realizar”

Enxerga-se a mesma como parte integrante do cotidiano do aluno:

“É ótima! Conceitos superinteressantes... você fica sabendo mais e entende melhor o mundo a sua volta! ”

“Apesar da dificuldade em algumas matérias vistas na disciplina, é bastante interessante e serve para entender algumas situações do cotidiano. ”

“Que a física estuda fenômenos gerais da natureza e que ocorrem diariamente. ”

Alguns enxergam a disciplina como satisfatória a suas expectativas:

“Muito bom”

“É fascinante”

“Que é uma disciplina muito complexa, mas que é fascinante e essencial estudar cada lei e cada cálculo da física.”

“Que é uma disciplina muito proveitosa, onde se estuda as várias áreas da natureza”

Dentre as mais variadas respostas obtidas, podemos destacar alguns aspectos relevantes ao objetivo em destaque. De acordo com as respostas obtidas através da pergunta, foi possível notar através da maioria das respostas, que a disciplina ainda é considerada complexa por muitos, confirmando as falas de Moreira (2010), Goya, Bzuneck e Guimarães (2008), quando dizem que a maior parte dos alunos considera tais aulas como sendo exaustivas e muito complicadas de se entender. Pode-se ver também, que muitos alunos relacionam a dificuldade na disciplina, diretamente a matemática envolvida. Suspeita-se que, tal associação tem relação direta a falta de base de muitos alunos, em relação aos conhecimentos matemáticos. O fato de muitas vezes a disciplina ter seu foco direcionado a resolução de problemas matemáticos, faz com que o aluno transfira o sentimento de frustração que sente da disciplina da Matemática, para a disciplina de Física. Uma solução para esse entrave, seria prover de novas metodologias, que motivassem os alunos a enxergarem a matemática do dia a dia, mas sem tirar o foco principal da física, que seria o entendimento dos fenômenos que estão presentes na natureza.

Dessa forma, surge a necessidade de se confirmar se os alunos realmente entendem o propósito principal da disciplina. Dessa forma, a segunda pergunta é feita nesse sentido.

No segundo questionamento, indagou-se aos alunos, a respeito da opinião que os mesmos tinham, em relação ao objetivo do estudo da Física?

Algumas respostas, demonstraram que a disciplina deve relacionar os fenômenos físicos presentes no cotidiano, além de proporcionar conhecimentos necessários ao entendimento da dinâmica do universo:

“Analisar os fenômenos físicos do planeta.”

“Porque a física mostra a entender certos fenômenos no dia a dia.”

Outros, relacionam a disciplina de Física, com o uso de fórmulas matemáticas:

“Aprender como algumas coisas funcionam por meio de fórmulas.”

“Conhecer as causas dos fenômenos que nos rodeiam e compreendê-las através de cálculos matemáticos e teorias”

“Ensinar leis e cálculos físicos.”

Também foram presentes, as respostas que relacionam a física apenas sob o aspecto da Mecânica:

“Estudar o Movimento, conforme suas reações.”

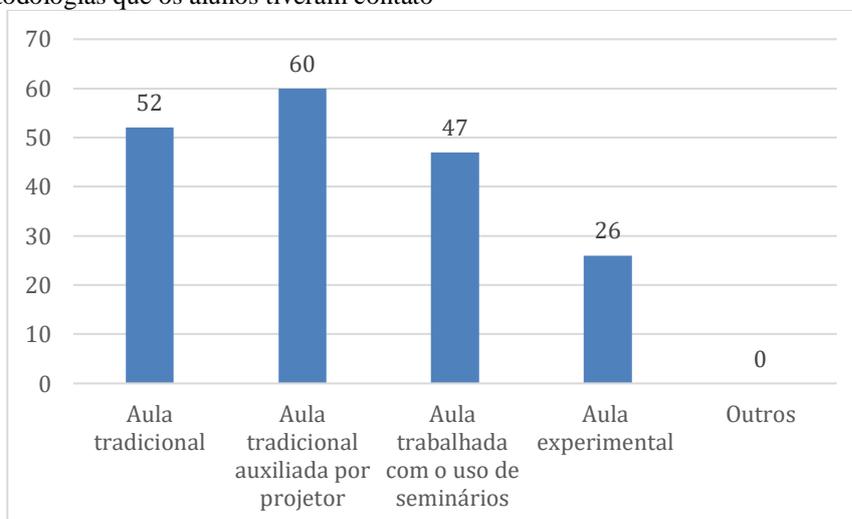
“Entender as forças que regem o universo”

Nesse aspecto, pode ser visto que a Física ainda é entendida por muito alunos, através do objetivo de estudar melhor os fenômenos da natureza. Tal elemento é contemplado através do PPC dos cursos, quando nos documentos é ressaltado que na modalidade de ensino, é necessário que se organize ambientes educacionais, em que se favoreça a transformação das informações em conhecimentos, de acordo com situações reais de vida. No entanto, foram presentes respostas que relacionavam a matemática e a física, sendo que muitos deixaram a entender através de suas falas, que a física consistia em uma forma matemática de estudo da natureza, desvinculando o aspecto prático da disciplina. Entende-se que, devido a pesquisa ter abrangido alunos que ainda estavam no primeiro ano de curso, algumas respostas atestaram a Física, apenas através da visão mecânica. No entanto, entendemos que, desde o princípio do estudo da física, se deve deixar bem claro, que a mesma abrange um universo bem maior do que apenas a mecânica.

4.3 Objetivo 3: Analisar a visão dos alunos, sobre as metodologias de ensino de física que os mesmos tiveram contato no campus

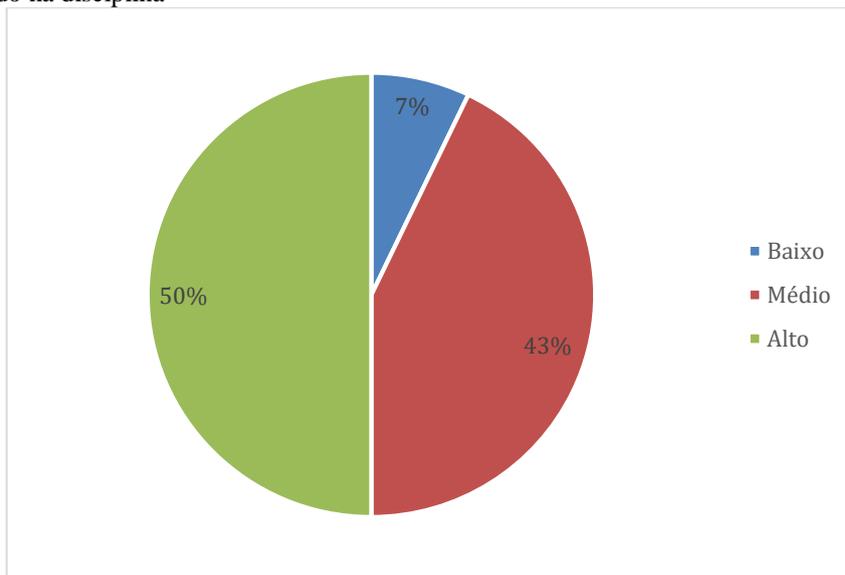
Através do questionário, foi perguntado aos alunos, quais as principais metodologias que eles tiveram contato. De um grupo total de 70, 52 alunos afirmaram que tiveram contato com o formato de aula tradicional, utilizando apenas pincel e lousa pelo professor para repassar os conteúdos de forma expositiva. 60 alunos afirmaram que tiveram aulas no formato tradicional, mas o professor utilizou um projetor para trabalhar os assuntos da disciplina. 47 alunos afirmaram que participaram de momentos de aula, através de seminários e 26 alunos afirmaram que tiveram aulas experimentais na disciplina de Física. Nenhum aluno apresentou outro formato metodológico que tivesse experimentado na disciplina. Tais dados podem ser melhor visualizados, através da Figura 53.

Figura 52 – Metodologias que os alunos tiveram contato



O questionamento seguinte trata a respeito das opiniões dos alunos, com relação ao grau de importância dado a metodologia escolhida pelo professor em relação ao bom rendimento obtido pelos mesmos na disciplina. 50% dos alunos afirmaram que tal fator (a metodologia escolhida pelo professor) tinha um alto grau de importância. Já 43%, afirmaram que o mesmo aspecto tinha um médio grau de importância. 7% afirmaram que o grau de importância dado a esse fator é baixo. Isso pode ser melhor visualizado, através da Figura 54.

Figura 53 – Opinião do aluno, sobre o grau de importância quanto a metodologia escolhida pelo professor no bom rendimento obtido na disciplina



Com base no questionamento anterior, buscou-se entender o porquê das respostas dadas anteriormente, a partir de outro questionamento sobre as escolhas feitas. Desta forma, foi possível identificar que alguns alunos acreditam que através de metodologias mais dinâmicas, o interesse pela disciplina é mais potencializado. Também foi verificado através de alguns depoimentos, que a forma com que o professor se comunica com a turma, é um fator que influencia na eficiência da metodologia aplicada. Outro elemento evidenciado, foi o ato de variar os formatos metodológicos como um fator positivo, pois através dessas mudanças, deixam as aulas menos monótonas. No entanto, foi identificado que o uso de recursos tecnológicos nas aulas de física, se resume a basicamente ao formato expositivo de aula, através de slides elaborados pelo professor.

Por fim, os alunos puderam relatar se para eles existem problemas no processo de ensino aprendido de física, que não foram abordados no questionário. Em caso afirmativo quais seriam. A maior parte das respostas obtidas, atestaram que para eles não haviam quaisquer problemas que não tenham sido abordados no questionário. Alguns afirmaram que existe uma sobrecarga de conteúdos num mesmo período letivo, o que prejudicava a aprendizagem dos assuntos estudados. Outro fator também evidenciado, foi a falta de interação entre determinados professores com os alunos.

Dessa forma, a aplicação do questionário serviu para evidenciar as percepções dos alunos, mostrando que a utilização de metodologias alternativas, satisfazem os desejos dos mesmos, despertando o interesse e atenção pelos assuntos trabalhados no momento da aula.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na construção deste trabalho de mestrado foi possível analisar a visão de um grupo de alunos, em relação às práticas de ensino de Física de uma instituição de ensino, mas também, através do uso de tecnologia dentro de uma prática metodológica de ensino, foi possível avaliar os possíveis efeitos na motivação dos alunos para aprendizagem de assuntos pertinentes a *FMC*.

Deste modo, os alunos expressaram interesse em trabalhar os assuntos, principalmente através de seminários com a orientação do professor com o uso do Google Drive Apresentações, e na elaboração do aplicativo voltado a Física Moderna e Contemporânea. Algo que foi identificado através da aplicação dos questionários, foi que, o uso de recursos tecnológicos nas aulas de física na instituição, tem se restringido a basicamente o formato expositivo de aula, através de slides elaborados pelo professor.

Os alunos manifestaram bastante interesse pela possibilidade de trocar informações entre seus colegas e professor, no momento da elaboração das apresentações. De acordo com a fala dos alunos, ficou claro que o objetivo de fazer com que eles trabalhassem em grupo, motivados pelo uso da nossa ferramenta, foi alcançado de forma satisfatória.

O uso de seminários também foi um formato de aula que proporcionou um ambiente aonde os alunos conseguiram trocar ideias coletivas, tirar suas dúvidas com relação ao assunto e trocar curiosidades trazidas pela equipe que apresentava o assunto. Ainda sobre esse momento, foi possível que vários elos fossem criados entre o assunto e o filme que foi transmitido a turma no momento inicial da metodologia, possibilitando se instigar uma visão mais de cunho científico ao enredo proporcionado pelo mesmo. Através do uso das imagens e vídeos colocados pelos alunos, através da orientação do professor, foi facilitado a correspondência dos assuntos, com elementos que os alunos já tinham um certo nível de compreensão.

Os Banners biográficos que foram confeccionados pelos alunos, se configuraram como materiais significativos, pois além do sentimento de satisfação que estes proporcionaram pelo fato de serem expostos a toda a comunidade de alunos, através da exposição no laboratório de física do campus, também houve motivação em conhecer e apresentar a história dos personagens que tiveram influencia direta nos assuntos evidenciados pela *FMC*.

Por último, através da elaboração do jogo Caça Palavras Quântico, foi possível fornecer aos estudantes um ambiente construtivista e cooperativo, que além de prover uma satisfação pessoal pela criação de um produto que seria utilizado por outros alunos, permitiu também que os mesmos se motivassem a entender melhor determinados conceitos relacionados aos assuntos

elencados, tornando-os mais participativos no momento das apresentações dos temas dos seminários.

Dessa forma, foi possível observar através dos vários momentos avaliativos que constituíram todo o processo, que a maioria dos alunos se interessaram pelos principais conceitos envolvidos nos tópicos abordados de *FMC*. Tal fato pode ser interpretado dessa forma, visto que houve um engajamento dos mesmos em participar de forma ativa em todos os processos, nos momentos de fala, podendo-se observar claramente, que alunos que antes não participavam das aulas, com a nova metodologia, manifestaram suas opiniões e dúvidas, fazendo com que esses alunos tivessem funções ativas dentro do processo ensino-aprendizagem.

Diante desses resultados apresentados, e dada a importância do tema, acreditamos que seja necessário o desenvolvimento de mais ações que acrescentem cada vez mais, elementos dinâmicos as aulas, e com isso, que se possa desencadear competências e habilidades que provavelmente seriam mais difíceis de se conseguir, apenas com o formato de aula expositiva, efetivando dessa forma uma prática pedagógica que julgamos ser mais diferenciada.

Nessa essência, o uso de recursos tecnológicos, aliados a uma prática cooperativa e construtiva, permitiu que o docente mediasse o processo de forma mais enriquecedora, despertando no aluno mais motivação e interesse pelo estudo dos assuntos trabalhados.

Dentre as limitações existentes nesse trabalho, inicialmente desejava-se que todos os alunos da modalidade técnico integrado de ensino médio, tivessem colaborado com a pesquisa, porém apenas 70 se dispuseram a participar.

Sugere-se que em novos estudos que venham a serem realizados com a mesma temática, que se evidencie um maior aprofundamento teórico relacionado a motivação que os alunos têm pela aprendizagem.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALCELLS, J. P.; MARTIN, J. L. F. **Os métodos no ensino universitário**. Lisboa: Livros Horizontes, 1985.

BARANAUSKAS, M. C. C. et al. Uma taxonomia para ambientes de aprendizado baseado no computador. In: VALENTE, J. A. (Ed.). **O computador na sociedade do conhecimento**. Brasília: UNICAMP/NIED, 1999. p. 156.

BARBOSA, R. M. N.; JÓFILI, Z. M. S. Aprendizagem cooperativa e ensino de química: parceria que dá certo. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 10, n. 1, p. 55–61, 2004.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BARROQUEIRO, C. H.; AMARAL, L. H. O Uso Das Tecnologias Da Informação E Da Comunicação No Processo De Ensino-Aprendizagem Dos Alunos Nativos Digitais Nas Aulas De Física E Matemática. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 2, p. 123–143, 2011.

BIOGRAFIAS Y VIDAS. **David Ausubel**. Disponível em:
<<http://www.biografiasyvidas.com/biografia/a/ausubel.htm>>. Acesso em: 17 nov. 2015.

BONADIMAN, H.; NONENMACHER, S. E. B. O gostar e o Aprender no Ensino de Física: Uma proposta metodológica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, p. 194–223, 2007.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo**, Brasília, DF, 1996.

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais: matemática**. Brasília: [s.n.].

BRASIL. **Tecnologias para a transformação da educação: experiências bem sucedidas e expectativas** Brasília UNESCO, , 2014. Disponível em: <<http://fundacaosantillana.org.br/seminario-tecnologia/pdf/tecnologias-para-a-transformacao-da-educacao.pdf>>

CLEBSCH, A. B.; MORS, P. M. Explorando recursos simples de informática e audiovisuais: uma experiência no ensino de Fluidos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 26, n. 4, p. 323–333, 2004.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2011.

DORNELES, P.; VEIT, E.; MOREIRA, M. Ganhos na aprendizagem de conceitos físicos envolvidos em circuitos elétricos por usuários da ferramenta computacional Modellus. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, p. 12, 2005.

FATARELI, E. F. et al. Método Cooperativo de Aprendizagem Jigsaw no Ensino de Cinética Química. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 3, p. 161, 2010.

FERREIRA, A. B. DE H. **Miniaurélio Século XXI Escolar**. 4. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2001.

FINKELSTEIN, N. D. et al. When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment. **Physical Review Special Topics - Physics Education Research**, v. 1, n. 1, p. 1–8, 2005.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e

Terra, 1996.

FREITAS, O. **Equipamentos e materiais didáticos**. Brasília: Universidade de Brasília, 2007.

GIROTO, C. R. M.; POKER, R. B.; OMOTE, S. **As tecnologias nas práticas pedagógicas inclusivas**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2012.

GOULART, C. As práticas orais na escola: o seminário como objeto de ensino. **Sínteses - Revista dos Cursos de Pós-Graduação (UNICAMP)**, v. 11, p. 231–246, 2006.

GOYA, A.; BZUNECK, J. A.; GUIMARÃES, S. É. R. Crenças de eficácia de professores e motivação de adolescentes para aprender física. **Psicologia Escolar e Educacional (Impresso)**, v. 12, n. 1, 2008.

GUIMARÃES, R. P. Deixando o preconceito de lado e entendendo o Behaviorismo Radical. **Psicologia: Ciência e Profissão**, v. 23, n. 3, p. 60–67, 2003.

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

HÜLSENDEGER, M. J. V. C. A História da Ciência no ensino da Termodinâmica: um outro olhar sobre o ensino de Física. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 2, p. 1–16, 2007.

ILLERIS, K. **Teorias contemporâneas da aprendizagem [recurso eletrônico]**. 1. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

JANSEN, T. **Número de internautas no Brasil alcança percentual inédito, mas acesso ainda é concentrado** **Leia mais sobre esse assunto em** <http://oglobo.globo.com/sociedade/tecnologia/numero-de-internautas-no-brasil-alcanca-percentual-inedito-mas-acesso-ainda-concentrado>. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/sociedade/tecnologia/numero-de-internautas-no-brasil-alcanca-percentual-inedito-mas-acesso-ainda-concentrado-13027120>>. Acesso em: 30 set. 2015.

JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T. **Learning together and alone: Cooperative, competitive and individualistic learning**. Boston: Allyn & Bacon, 1999.

JÚNIOR, W. E. F. J.; FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R. A dinâmica de resolução de problemas : analisando episódios em sala de aula. **Ciência & Cognição**, v. 13, n. 3, p. 82–99, 2008.

KLEER, A. A.; THIELO, M. R.; SANTOS, A. DE C. K. DOS. A Física Utilizada na Investigação de Acidentes de Trânsito. **Caderno Cat. Ensino de Física**, v. 14, n. 2, p. 160–169, 1997.

KLEIN, O. J. A gênese do conceito de dispositivo e sua utilização nos estudos midiáticos. **Estudos em Comunicação**, n. 1, p. 215–231, 2007.

KUHN, T. **A estrutura das revoluções científicas**. 9. ed. São Paulo: Perspectiva, 2006.

LEAL, R. B. Planejamento de Ensino: peculiaridades significativas. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 37, n. 3, p. 7, 2005.

LOPES, M. DA G. **Jogos na Educação - Criar, Fazer, Jogar**. 7. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

MARZANO, R. J.; PICKERING, D. J.; POLLOCK, J. E. **O ensino que funciona: estratégias baseadas em evidências para melhorar o desempenho dos alunos**. Porto Alegre: Artmed, 2008.

MATTHEWS, M. R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: A Tendência Atual de Reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164–214, 1995.

MORAN, J. M. **A educação que desejamos: Novos desafios e como chegar lá**. Campinas, SP: Papyrus, 2007.

MOREIRA, M. **Uma abordagem cognitivista ao ensino de física**. Porto Alegre: Editora de Universidade, 1983.

MOREIRA, M. A. **TEORIAS DE APRENDIZAGEM**. São Paulo: EPU, 1999.

MOREIRA, M. A. Abandono da narrativa, ensino centrado no aluno e aprender a aprender criticamente. **Conferência proferida no II Encontro Nacional de Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente, Niterói, RJ, 12 a 15 de maio de 2010 e no VI Encontro Internacional e III Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa, São Paulo, SP, 26 a 30 de julho de 2010**, 2010.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2001.

MUNARI, A. **Jean Piaget**. Recife: Massangana, 2010.

NEVES, E. R. C.; BORUCHOVITCH, E. A motivação de alunos no contexto da progressão continuada. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 20, n. 1, p. 77–85, 2004.

NEVES, M. C. D. A história da ciência no ensino de física. **Revista Ciência & Educação**, v. 5, n. 1, p. 73–81, 1998.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. D. H. Teorias de Aprendizagem. **Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, p. 1–40, 2010.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. DE H. **Teoria da Aprendizagem**. 1. ed. Porto Alegre: Editora Evangraf;UFRGS, 2011.

PILETTI, C. Didática Geral. **Editora Ática**, p. 256, 2004.

RAASCH, L. A motivação do aluno para a aprendizagem. **Faculdade Capixaba de**, 1999.

RANGEL, M. **Métodos de Ensino para a aprendizagem e a dinamização das aulas**. 3. ed. Campinas, SP: Papyrus, 2005.

ROBILOTTA, M. R. O cinza, o branco e o preto – relevância da História da Ciência no Ensino da Física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 5, n. Especial, p. 7–22, 1988.

ROGERS, C. R. Significant Learning in Therapy and in Education. **Educational Leadership**, v. 16, p. 232–242, 1959.

SACRISTÁN, G. J.; PÉREZ GÓMEZ, A. I. **Compreender e transformar o ensino**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

SANTOS, G. H.; ALVES, L.; MORET, M. A. Modélus: Animações Interativas mediando a Aprendizagem Significativa dos Conceitos de Física no Ensino Médio. **Revista científica da escola de administração do exército**, v. 2, p. 88–108, 2006.

SCHNEUWLY, B.; DOLZ, J. Os gêneros escolares: Das práticas de linguagem aos objetos de ensino. **Revista Brasileira de Educação**, v. 11, p. 5–16, 1999.

SEVERINO, A. J.; SEVERINO, E. S. **Ensinar e aprender com pesquisa no ensino médio [livro eletrônico]**. 1. ed. São Paulo: Cortez, 2013.

STAHL, R. J. **Cooperative learning in science: a handbook for teachers**. Menlo Park: Addison-Wesley, 1996.

TIC Domicílios. Disponível em: <<http://cetic.br/tics/usuarios/2013/total-brasil/>>. Acesso em: 30 set. 2015.

TIC DOMÍCIÍOS E USUÁRIOS. Disponível em: <<http://cetic.br/tics/usuarios/2014/total-brasil/A/>>. Acesso em: 30 set. 2015.

TOURINHO, E. Z. Notas sobre o Behaviorismo de Ontem e de Hoje. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 24, n. 1, p. 186–194, 2011.

UNESCO. Módulos de padrão de competência. Título original: ICT competency standards for teachers: competency standards modules. **Padrões de competência em TIC para professores**, p. 14, 2008.

VALENTE, J. A. Pesquisa, comunicação e aprendizagem com o computador. O papel do computador no processo ensino-aprendizagem. In: **Integração das Tecnologias na Educação**. Brasília: Posigraf, 2005. v. 1p. 18.

VEIGA, I. P. A. O seminário como técnica de ensino socializado. In: VEIGA, Ilma Passos Alencastro (org). In: **Técnicas de ensino: por que não?** Campinas, SP: Papirus, 1991. p. 103–113.

VIDEIRA, A. A. P. Um século do quantum: a natureza descontínua da energia. In: VIEIRA, C. L. V. (Ed.). **História da física: artigos, ensaios e resenhas**. 1. ed. Rio de Janeiro: CBPF, 2015. p. 198.

VILLARDI, R.; OLIVEIRA, E. G. DE. **Tecnologia na educação: Uma perspectiva Sócio-Interacionista**. 1. ed. Rio de Janeiro: Dunya, 2005.

ZIMRING, F. **Carl Rogers**. Recife: Fundação Joaquim Nabuco: Editora Massangana, 2010.

APÊNDICE A- Questionário Aplicado

Prezado aluno:

Você está sendo convidado para participar de uma pesquisa relacionada a metodologias utilizadas no ensino de física. Pedimos que responda o questionário seguinte utilizando sua real impressão.

1) Qual o seu nome completo? (Não é obrigatório)

2) Qual o seu curso?

Técnico Integrado de Ensino Médio em Agroecologia;

Técnico Integrado de Ensino Médio em Informática;

Técnico Integrado de Ensino Médio em Meio Ambiente;

3) A quanto tempo aproximadamente você tem contato com a disciplina Física?

1 ano 2 anos

3 anos 4 anos

mais de 4 anos, quanto? _____

4) Caso um amigo(a), que nunca tenha cursado uma disciplina de física, venha a seu encontro e pergunte como é a disciplina Física, você diria o que?

5) Na sua opinião, qual o objetivo do estudo da Física?

6) Marque como você julga está sendo (ou foi) o contato com a disciplina de Física no campus:

péssimo ruim regular bom ótimo

7) Quais as metodologias aplicadas para o estudo da Física, que você teve contato no campus?

Aula tradicional (O professor escreve o resumo do assunto no quadro, discute e resolve questões);

Aula tradicional auxiliada por projetor (Professor utiliza-se de um projetor, utilizando slides e vídeos para tratar do assunto e depois resolve exercícios);

Aula trabalhada com o uso de seminários (É dividido entre a turma temas de interesse da disciplina, e cada grupo apresenta o assunto, sendo que o no decorrer ou depois da apresentação, o professor faz as devidas correções no que foi falado)

Aula experimental (O professor e a turma vão para o laboratório (ou na própria sala de aula), e lá são realizados experimentos relacionados ao assunto que se propõe trabalhar)

Outro tipo: _____

8) Marque o grau de importância que se tem a metodologia escolhida pelo professor, no bom rendimento obtido (de conhecimentos) na disciplina:

Baixo Médio Alto

9) Na sua opinião, a que se deve a sua escolha anterior?

10) Existe algum problema no processo do ensino e aprendizagem de Física, que não foi evidenciado nesse questionário? Em caso positivo, qual (quais) seriam?

APÊNDICE B - Atividades Avaliativas

Assunto: Radiação de corpo negro

1º TRABALHO AVALIATIVO - EQUIPE 01 - 22/01/2015



Turma: INFO2M

NOTA:

Disciplina: Física II

Professor: Eliúde Maia Xavier

Aluno:

Nº:

Questão 1

Por que com alguns binóculos especiais conseguimos “ver” à noite e com nossos olhos desarmados não? De onde vem a luz das coisas que nós vemos com esses binóculos?

Questão 2

Um azulejo de face quadrada, de 20 cm de lado, reveste um forno. Sabe-se que quando o forno está desligado, em equilíbrio térmico com o ambiente, à temperatura de 27 °C, a potência irradiada por esse azulejo para o ambiente é 17 W. Determine:

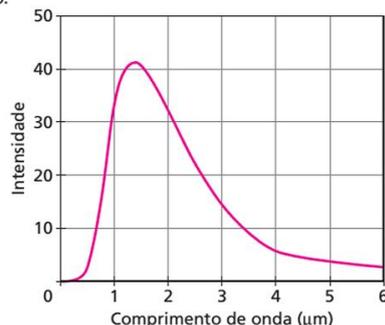
- a emissividade do azulejo;
- o saldo de potência irradiada quando o forno está ligado e o azulejo atinge a temperatura de 430 °C.

(Dado: constante de Boltzmann: $\sigma = 5,7 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$.)

Questão 3

(UFRN) A radiação térmica proveniente de uma fornalha de altas temperaturas em equilíbrio térmico, usada para fusão de materiais, pode ser analisada por um espectrômetro.

A intensidade da radiação emitida pela fornalha, a uma determinada temperatura, é registrada por esse aparato em função do comprimento de onda da radiação. Daí se obtém a curva espectral apresentada na figura abaixo.



A análise desse tipo de espectro levou o físico alemão Wilhelm Wien, em 1894, a propor que, quando a intensidade da radiação emitida é máxima, o comprimento de onda associado obedece à expressão:

$$\lambda_{\text{máx}} T \approx 3 \cdot 10^3 (\mu\text{m K}),$$

em que $\lambda_{\text{máx}}$ é o comprimento de onda do máximo da curva espectral e T é a temperatura da fornalha para um determinado espectro.

De acordo com essas informações, é **correto** afirmar que a temperatura da fornalha é, **aproximadamente**:

- 2000 K e que $\lambda_{\text{máx}}$ aumenta quando a temperatura aumenta.
- 1500 K e que $\lambda_{\text{máx}}$ diminui quando a temperatura diminui.
- 2000 K e que $\lambda_{\text{máx}}$ diminui quando a temperatura aumenta.
- 1500 K e que $\lambda_{\text{máx}}$ aumenta quando a temperatura diminui.

Questão 4

Fale um pouco sobre a radiação de corpo negro e os trabalhos realizados por Wien, Rayleigh-Jeans e Max Planck.

Observação: *Expresse os cálculos da questão 02 e 03 no verso desta folha.*

2º TRABALHO AVALIATIVO - EQUIPE 02 - 28/01/2015



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE
Campus Ipanguaçu

Turma: INFO2M

Disciplina: Física II

NOTA:

Professor: Eliúde Maia Xavier

Aluno:

Nº:

Questão 1

No efeito fotoelétrico costuma-se falar em superfícies de metal polido. Qual a importância do polimento? Explique.

Questão 2

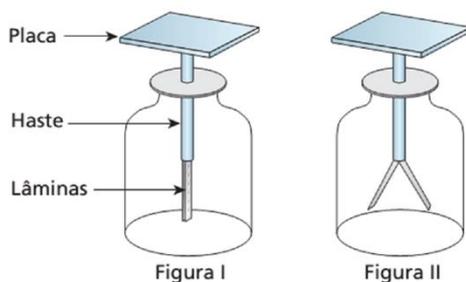
Uma radiação ultravioleta de frequência $1,2 \cdot 10^{15}$ Hz incide na superfície de um coletor de alumínio polido. Sabendo que a função trabalho do alumínio é 4,1 eV, determine:

- a energia dos fótons dessa radiação em elétrons-volt;
- a energia cinética máxima dos elétrons emitidos por essa radiação;
- a frequência de corte, f_0 , menor frequência capaz de provocar a emissão de elétrons do alumínio.

(Dados: constante de Planck: $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ J · s;
 $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}$ J.)

Questão 3

(UFMG) O eletroscópio é um aparelho utilizado para detectar cargas elétricas. Ele é constituído de uma placa metálica, que é ligada a duas lâminas metálicas finas por uma haste condutora elétrica. As duas lâminas podem se movimentar, afastando-se ou aproximando-se uma da outra. A Figura I mostra um eletroscópio eletricamente descarregado e a Figura II, o mesmo eletroscópio carregado.



1. Explique por que as lâminas de um eletroscópio se separam quando ele está carregado.

2. Considerando um eletroscópio inicialmente descarregado, explique:
a) por que as lâminas se afastam quando luz branca incide sobre a placa.

b) por que as lâminas não se movem quando luz monocromática vermelha incide sobre a placa.

Observação: *Expresse todas as respostas no verso desta folha.*

3° TRABALHO AVALIATIVO – EQUIPE 03 – 05/02/2015



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE
Campus Ipanguaçu

Turma: INFO2M

Disciplina: Física II

NOTA:

Professor: Eliúde Maia Xavier

Aluno:

Nº:

01. Determine o comprimento de onda associado a:

- a) um elétron de massa $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg, com velocidade $v_e = 6 \cdot 10^6$ m/s;
- b) uma bola de futebol de massa $m_b = 0,40$ kg, com velocidade $v_b = 20$ m/s;
- c) um próton de massa $m_p = 1,7 \cdot 10^{-27}$ kg, com velocidade $v_p = 5 \cdot 10^7$ m/s;
- d) um automóvel de massa $m_A = 1000$ kg, com velocidade $v_A = 50$ m/s.

Considere a constante de Planck: $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ J.s

02. Explique porque é tão difícil perceber o caráter ondulatório de corpos macroscópicos.

03. Se os elétrons se comportassem apenas como partículas, que padrão você esperaria que aparecesse sobre a tela após os elétrons terem atravessado a fenda dupla?

4° TRABALHO AVALIATIVO – EQUIPE 04



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE
Campus Ipanema

Turma: INFO2M

NOTA:

Disciplina: Física II

Professor: Eliúde Maia Xavier

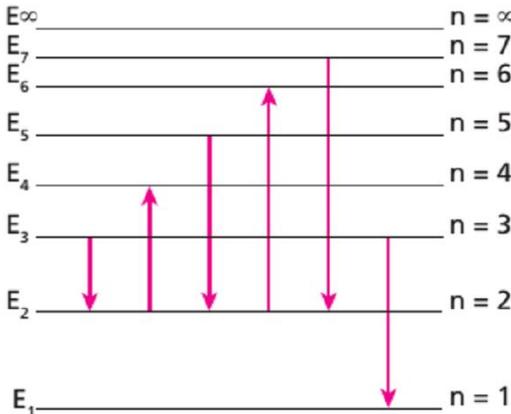
Aluno:

Nº:

01. Pesquisa e explique **COM SUAS PALAVRAS**, como ocorrem as transições eletrônicas causadas pela incidência de radiação eletromagnética. (Se quiser, utilize desenhos para explicar o processo).

02. Faça um detalhamento em todos os modelos atômicos até o de Bohr usando **SUAS PALAVRAS**, e resalte as evoluções feitas de um modelo a outro.

03. O esquema seguinte representa algumas das possíveis transições do átomo de hidrogênio. Nesse esquema, $n = \infty$ significa que o elétron foi removido do átomo, ou seja, o átomo está ionizado. Dado: constante de Planck: $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J.s.



a) Calcule, em elétron-volt, a energia E_n associada a cada nível quântico n , indicado no esquema.

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ eV}$$

Use:

b) Observe os sentidos das transições indicadas e determine quais indicam que o elétron absorve energia.

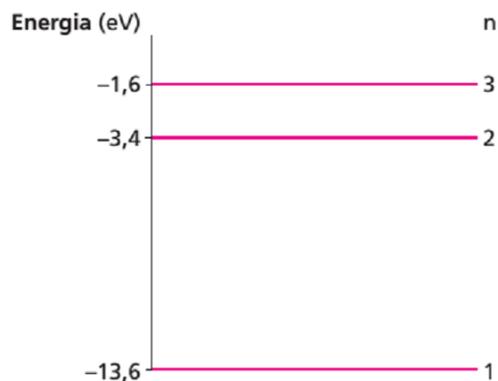
c) Considerando as transições indicadas, calcule a menor frequência que uma radiação emitida pelo átomo pode ter.

$$E = hf$$

Use:

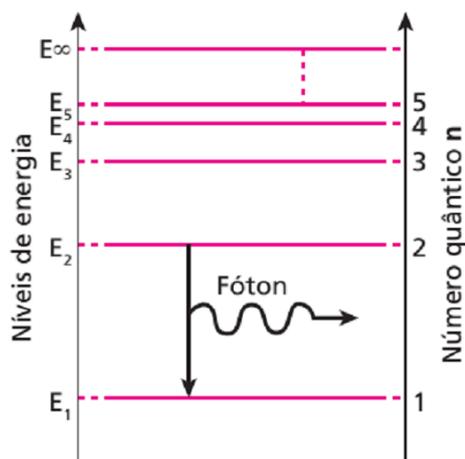
d) Estando o elétron no estado fundamental, calcule a mínima energia necessária para ionizar o átomo (para fazer o elétron ir para o $n = \infty$).

04. (UFRGS-RS) O diagrama abaixo representa alguns níveis de energia do átomo de hidrogênio.



Calcule a energia do fóton emitido quando o átomo sofre uma transição do primeiro estado excitado para o estado fundamental. Explique todo o procedimento utilizado (com base na teoria), para se chegar na resposta final.

05. Segundo o modelo de Bohr, as energias dos estados que o elétron pode ocupar no átomo de hidrogênio são dadas aproximadamente por $E_n = -K/n^2$, em que $K = 13,6 \text{ eV}$ e n é um número inteiro positivo ($n = 1, 2, 3, \dots$). O eV (elétron-volt) é uma unidade de energia utilizada em Física atômica que corresponde à energia adquirida por um elétron quando acelerado por uma diferença de potencial de 1 volt. Dados: $h = 4,13 \cdot 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s}$ e $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.



a) Calcule a energia necessária (em eV) para o elétron passar do estado fundamental para o primeiro estado excitado no átomo de hidrogênio.

Use: $E_n = -K/n^2 = -13,6/n^2$ e $E = E_2 - E_1$

b) Calcule o comprimento de onda λ do fóton emitido, quando o elétron retorna ao estado fundamental.

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

Use:

5º TRABALHO AVALIATIVO – EQUIPE 05 – 26/02/2015



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE
Campus São João

Turma: INFO2M

Disciplina: Física II

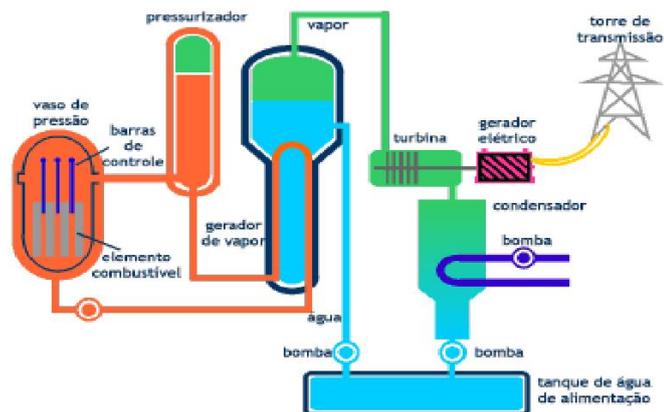
NOTA:

Professor: Eliúde Maia Xavier

Aluno:

Nº:

01. Observe a representação de um reator nuclear abaixo:



Com base no que foi visto no seminário apresentado, explique detalhadamente, como é o processo de obtenção de energia elétrica, a partir da energia nuclear.

02. Diferencie Fissão e Fusão Nuclear. O que é uma reação em Cadeira?

03. Com base na expressão que Einstein desenvolveu, relacionando Energia e massa, calcule o que se pede abaixo:

a) Quando você aquece 1 kg de água, de 0°C a 100°C , a água absorve cerca de $4 \cdot 10^5\text{J}$ de energia. Com isso, sua massa de repouso sofre um acréscimo de aproximadamente quanto?

b) Se você deformar uma mola, armazenando nela 180 J de energia potencial elástica, sua massa aumentará quanto?

c) A reação do hidrogênio com o oxigênio, para formar água, é exotérmica, ou seja, libera energia térmica. Para cada mol de água formada, é liberada uma energia de 68 kcal, o que equivale a uma perda de massa dos reagentes aproximadamente igual a quanto?

Observação: Justifique TODAS as respostas encontradas, mostrando os cálculos.

04. Fale resumidamente sobre os principais pontos destacados pela equipe, da vida e obra de Enrico Fermi.

Assunto: Postulados da relatividade especial e aplicações

6° TRABALHO AVALIATIVO – EQUIPE 06 – 05/03/2015



Turma: INFO2M

NOTA:

Disciplina: Física II

Professor: Eliúde Maia Xavier

Aluno:

Nº:

1. Um foguete tem, na Terra, um comprimento de 100 m. Quando está em vôo, para um observador sobre a Terra, ele mede 99 m. Qual é sua velocidade ?
2. Enuncie os postulados de Einstein para a relatividade restrita.
3. Escolha um dos tópicos (Curiosidades) abordados pela equipe no seminário, e discorra sobre o mesmo.
4. Um astronauta é colocado a bordo de uma espaçonave e enviado para uma estação espacial a uma velocidade constante $v = 0,8 c$, em que c é a velocidade da luz no vácuo. No referencial da espaçonave, o tempo transcorrido entre o lançamento e a chegada na estação espacial foi de 12 meses. Qual o tempo transcorrido no referencial da Terra, em meses?

RESOLUÇÕES

7º/8º TRABALHO AVALIATIVO – EQUIPE 07/08 – 18/03/2015



Turma: INFO2M

NOTA:

Disciplina: Física II

Professor: Eliúde Maia Xavier

Aluno:

Nº:

01. Em relação ao Princípio da Incerteza de Heisenberg, considere as proposições que se seguem e verifique quais estão corretas.
- Para medidas simultâneas da posição e da quantidade de movimento de uma partícula elementar, se aumentarmos a precisão com que medimos sua posição, estaremos aumentando a incerteza na medida de sua quantidade de movimento.
 - É impossível medirmos com precisão, simultaneamente, a posição e a velocidade de uma partícula elementar.
 - O Princípio da Incerteza será eliminado quando melhorarmos a qualidade de nossos instrumentos de medição.
 - O princípio da Incerteza para objetos grandes como uma bola de futebol ou um automóvel não é relevante porque as perturbações introduzidas pelos processos de observação e medida são muito pequenos.
 - Se uma partícula elementar estiver em repouso de modo que sua quantidade de movimento p e respectiva incerteza Δp sejam nulos, então nada poderemos saber a respeito de sua posição, pois se $\Delta p \rightarrow 0$ (tende a 0) então $\Delta x \rightarrow \infty$ (tende para o infinito).
- Justifique a opção escolhida como correta.**
02. Uma bola de futebol tem massa de 0,45 kg e move-se com velocidade de 30 m/s. Supondo que a quantidade de movimento seja determinada com uma incerteza de 2%. De acordo com o princípio da incerteza, determine:
- a incerteza ao medir a posição dessa bola;
 - essa incerteza percentual na posição dessa bola em relação a um comprimento de 100 m.
(Dado: $(h/2\pi) = 1,1 \cdot 10^{-34}$ J.s)
03. Como você poderia medir o diâmetro de uma bola de sorvete? Que imprecisões seriam inevitáveis em sua medida? Explique.
04. Explique a relação entre o experimento mental nomeado como o “Gato de Schrödinger”, com a dinâmica das partículas subatômicas.
05. Qual foi a contribuição de Schrödinger para o modelo atômico atual?

RESOLUÇÕES