

UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU - FURB
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS (CCEN)
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS
E MATEMÁTICA (PPGECIM)

FERNANDO DE CANDIDO PEREIRA

UMA ESTRATÉGIA PEDAGÓGICA PARA A INTRODUÇÃO DE CONCEITOS
DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA

BLUMENAU

2013

FERNANDO DE CANDIDO PEREIRA

**UMA ESTRATÉGIA PEDAGÓGICA PARA A INTRODUÇÃO DE CONCEITOS
DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática do Centro de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Regional de Blumenau, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática.

Prof. Dr. Elcio Schuhmacher – Orientador

BLUMENAU

2013

**HANDS-ON-TEC: UMA ESTRATÉGIA PEDAGÓGICA PARA AUXILIAR NA
INTRODUÇÃO DE CONCEITOS DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA**

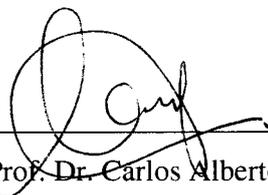
Por

FERNANDO DE CANDIDO PEREIRA

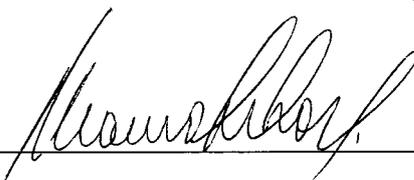
Esta dissertação foi julgada e aprovada em sua
forma final pelo orientador e demais membros da
banca examinadora.



Presidente, Prof. Dr. Elcio Schuhmacher
Universidade Regional de Blumenau (FURB)



Prof. Dr. Carlos Alberto Souza
Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)



Prof. Dr. Mauro Scharf
Universidade Regional de Blumenau (FURB)

Blumenau, 13 de dezembro de 2013.

AGRADECIMENTOS

A minha esposa Joseane pela paciência, apoio e contribuições durante o período de desenvolvimento e formulação desse trabalho.

Ao professor orientador Dr. Elcio Schuhmacher, por sua paciência e disponibilidade em me auxiliar no desenvolvimento deste trabalho, compartilhando seus conhecimentos e experiências.

A todo o grupo de pesquisa Mídias e Educação do IFSC - Itajaí, nas pessoas do Prof. Dr. Carlos Alberto Souza e da Dr^a. Selma Santos pelo apoio e contribuições.

Ao amigo Valdir Rosa, desenvolvedor da estratégia *Hands-on-Tec*, pelo apoio e contribuições.

Ao gerente do departamento de melhoria contínua Charles Andrade da empresa Kimberly Clark Brasil, pelo apoio e disponibilização de horários para realização desta pesquisa.

A amiga Alessandra Zaparoli, pela presteza e apoio durante a realização da oficina pedagógica.

Aos membros da banca, pelas contribuições.

Eu temo o dia em que a tecnologia ultrapasse nossa interação humana, e o mundo terá uma geração de idiotas.

Albert Einstein

RESUMO

Esta dissertação apresenta uma sequência didática para o ensino de conceitos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Básico, a qual está embasada na técnica de Resolução de Problemas (RP), na utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) e na técnica Hands-on (mãos na massa) para ensinar. A pesquisa participativa e atuante foi realizada durante uma oficina pedagógica, desenvolvida para esse propósito, aplicada a alunos do Ensino Médio em uma escola localizada na Serra Catarinense. No decorrer dos encontros pedagógicos, foram estudados conceitos de FMC, seguindo uma sequência didática, divididas em três atividades estruturadas de maneira sequencial, com conteúdos potencialmente significativos, na qual houve a participação ativa dos alunos e do pesquisador durante as atividades, sendo que o “questionamento” foi potencializado em vez das respostas, característica, essa, que identifica a estratégia escolhida. Com base em pré-testes realizados indentificou-se os subsunçores dos alunos constatando-se que estes apresentavam conhecimentos prévios superficiais e desalinhados com os conceitos científicos a respeito de FMC. Com a utilização da sequência didática, foi possível resgatar a participação e a motivação dos alunos, por meio da apresentação de assuntos de maneira dinâmica e contextualizada, utilizando-se, para isso, tecnologias educacionais, como os computadores, para interagir com simuladores eletrônicos e potencializar a figura do aluno como sujeito ativo no processo de aprendizagem. Ao final, concluiu-se que houve aprendizagem significativa dos conceitos apresentados, sendo esta, das formas representacional, conceitual e proposicional, fortalecendo assim, a importância da utilização desta estratégia pedagógica para contribuição no ensino de FMC.

Palavras-chave: Física Moderna e Contemporânea. Tecnologias da Informação e Comunicação. Hands-on-Tec.

ABSTRACT

This paper presents the application and analysis of an educational strategy based on technical Hands-on in Troubleshooting (RP) and the use of Information Technology and Communication (ITC) to teach concepts of Modern and Contemporary Physics (MCP) in Primary, from a participatory and active research conducted during an educational workshop, developed for this purpose, applied to high school students in a school located in the Santa Catarina. In the course of educational meetings, MCP concepts were studied, following a didactic sequence, divided into three structured sequentially, with potentially significant content activities, where there was active participation of the students and the researcher during the activities, and the "question" was potentiated instead of answers, characteristic, this, that identifies the chosen strategy. Based on previous analysis of subsumers of students, it was found that they exhibited surface and misaligned prior knowledge with scientific concepts about MCP, which from the development activities was evident indications of meaningful learning of the concepts presented, this being learning representational, conceptual and propositional forms. At the end, it was concluded that there was significant learning of the concepts presented, and this, the representational, conceptual and propositional forms, thereby reinforcing the importance of using this teaching strategy for assistance in teaching MCP.

Keywords: Modern and Contemporary Physics. Information Technology and Communication. Hands-on-Tec.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Conferência de Solvay 1927	33
Figura 2 – Imagem do webfólio Física Moderna e Contemporânea no Ensino médio ..	58
Figura 3 – Representação do átomo pelos alunos A(10) e A(15).....	61
Figura 4 – Representação do átomo pelos alunos A(9), A(12), A(17) e A(14).....	62
Figura 5 - Representação do átomo pela aluna (A13)	62
Figura 6 – Aluno demonstrando curiosidade em testar suas hipóteses	76
Figura 7 – Aluna verificando se o peso de um objeto está de acordo com o teorizado pelo grupo	78
Figura 8 – Imagens dos diferentes níveis do simulador Nanoreisen	79
Figura 9 – Representação do átomo e resposta a pergunta pelo grupo 01.....	83
Figura 10 - Representação do átomo e resposta a pergunta pelo grupo 02	84
Figura 11 - Representação do átomo e resposta a pergunta pelo grupo 03	85
Figura 12 - Representação do átomo e resposta a pergunta pelo grupo 04	86
Figura 13 - Representação do átomo e resposta a pergunta pelo grupo 05	87
Figura 14 – Representação das partículas fundamentais e suas interações	90
Figura 15 – Alunas desenhando a chama de uma vela	91
Figura 16 – Representações das cores de uma chama de vela feita pelos alunos.....	92
Figura 17 – Alunas durante a apresentação final na oficina pedagógica de FMC	95

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Representação do átomo pelos alunos no pré-teste	60
Quadro 2 - Respostas dos alunos a questão número 09 do pré-teste.....	67
Quadro 3 - Questão número 12 do pré-teste.....	71
Quadro 4 – Respostas dos alunos a questão sobre as relações entre cor e temperatura de uma chama de vela	93
Quadro 5 – Falas dos alunos durante a apresentação de fechamento da oficina pedagógica de FMC.....	95

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Classificação dos alunos por gênero e série escolar.....	59
Gráfico 2 – Respostas dos alunos a questão número 04 do pré-teste	63
Gráfico 3 - Respostas dos alunos a questão número 05 do pré-teste.....	64
Gráfico 4 - Respostas dos alunos a questão número 06 do pré-teste.....	65
Gráfico 5 - Respostas dos alunos a questão número 07 do pré-teste.....	66
Gráfico 6 - Respostas dos alunos a questão número 08 do pré-teste.....	66
Gráfico 7 - Respostas dos alunos a questão número 16 do pré-teste.....	69
Gráfico 8 - Respostas dos alunos a questão número 17 do pré-teste.....	70
Gráfico 9 - Respostas dos alunos a questão número 12 do pré-teste.....	72
Gráfico 10 – Itens com maior pontuação na questão número 12 do pré-teste.....	72
Gráfico 11 - Itens com maior pontuação na questão número 12 do pré-teste	73
Gráfico 12 – Respostas da questão número 12 do pré-teste	73
Gráfico 13 - Respostas da questão número 12 do pré-teste.....	74

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	JUSTIFICATIVA.....	13
1.2	QUESTÕES NORTEADORAS.....	17
1.3	OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS	17
1.3.1	Objetivo Geral	17
1.3.2	Objetivos Específicos	17
1.4	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	18
2	APRESENTAÇÃO DO APORTE TEÓRICO	20
2.1	APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	20
2.2	A TÉCNICA HANDS-ON (MÃOS NA MASSA).....	25
2.3	HISTÓRIA DA FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA	29
2.3.1	A Relatividade.....	33
2.3.2	A Mecânica Quântica	36
2.4	FMC E AS TECNOLOGIAS	40
3	METODOLOGIA	45
3.1	METODOLOGIA DE PESQUISA	45
3.2	METODOLOGIA DE ENSINO	47
3.2.1	A estratégia <i>Hands-on-Tec</i>	47
3.2.2	Sequências didáticas sobre Física Moderna e Contemporânea	54
4	ANÁLISES E RESULTADOS	59
4.1	ANÁLISE DO PRÉ-TESTE	59
4.2	ANÁLISE DA ESTRATÉGIA HANDS-ON-TEC.....	74
4.2.1	Atividade 01: Estudo das Escalas.....	75
4.2.2	Atividade 02: Estudo do Átomo.....	81
4.2.3	Atividade 03: Estudo da Luz	90
4.2.4	Apresentações e fechamento das atividades.....	94
5	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	100

REFERÊNCIAS	103
APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL - UNIDADE DIDÁTICA 01 -	
ESTUDO DAS ESCALAS	108
APÊNDICE B – PRODUTO EDUCACIONAL - UNIDADE DIDÁTICA 02 -	
ESTUDO DO ÁTOMO	120
APÊNDICE C – PRODUTO EDUCACIONAL - UNIDADE DIDÁTICA 03 -	
ESTUDO DA LUZ.....	131
APÊNDICE D – PRÉ-TESTE	141
APÊNDICE F – MATERIAIS UTILIZADOS DURANTE A OFICINA	
PEDAGÓGICA DE FMC	144
ANEXO A – REPRESENTAÇÃO DO ÁTOMO FEITO PELOS ALUNOS	149

1 INTRODUÇÃO

Aprender sobre ciência, para mim, sempre foi algo muito interessante e divertido. Os assuntos despertaram-me grande curiosidade, saber o porquê das coisas serem da forma que são, entender o funcionamento de diversos sistemas naturais ou artificiais, observar o comportamento de fenômenos naturais e tentar pormenorizá-los, criar sistemas mecânicos para analisar seu funcionamento, entender como os equipamentos tecnológicos funcionam, compreender o universo, discutir pontos de vista, alinhar conceitos, tudo isso sempre me fez pensar.

No entanto, normalmente não é esse otimismo científico que vejo na maioria de meus colegas professores e alunos. Muito pelo contrário, nas instituições em que ministrei aulas, muitos alunos e professores não gostam e/ou não entendem as questões sobre a ciência e, por isso, as deixam de lado, preferem as respostas prontas aos questionamentos. Observo tanto em sala de aula como fora dela, que as pessoas parecem ter perdido o hábito ou o interesse em perguntar o “por que” das coisas.

Além disso, novas tecnologias estão nossa disposição, como celulares, supercomputadores, internet, diferentes formas de obtenção de energia elétrica a partir de radiação solar ou energia nuclear. Muitas são as inovações tecnológicas deste último milênio e os conhecimentos científicos que fundamentam essa evolução, que servem como suporte, que tornam possível o desenvolvimento dessas maravilhas tecnológicas. Sem os conhecimentos científicos não seria possível termos nossa disposição muitos dos equipamentos tecnológicos que são quase indispensáveis em nosso dia a dia. Assim, essas tecnologias, como computadores, celulares, dentre outros, podem e devem servir de ferramenta pedagógica para auxiliar o ensino de conceitos científicos dentro de sala de aula, despertando o interesse e o prazer em aprender.

1.1 JUSTIFICATIVA

A ciência desenvolvida no último século, principalmente a que diz respeito aos conhecimentos sobre Física, teve grande avanço e tanto contribui para o desenvolvimento tecnológico (SIQUEIRA, 2012). Muitas tecnologias empregadas na confecção,

configuração ou funcionamento de equipamentos como GPS, aparelhos eletrônicos, como o computador, tabletes, celulares, leitor de CD, displays de cristal líquido, impressora laser, dispositivos automáticos como portas, portões eletrônicos, controle remoto e muitos outros só foram possíveis em virtude do desenvolvimento e aplicação de conceitos científicos formulados a partir do final do século XIX.

A utilização de muitos destes equipamentos se tornou indispensável no dia a dia das pessoas, sendo que esta utilização vai além dos bens de consumo e beneficia a sociedade em diversas áreas, como por exemplo, na saúde, com o uso do laser em operações cirúrgicas.

Nas telecomunicações podemos destacar o uso de fibras óticas que garantem a qualidade e precisão dos dados transmitidos, feito que só foi possível a partir do estudo da óptica e a transmissão da luz dentro da fibra o que influenciou na forma de se transmitir informações. Esses benefícios se estendem às casas, lojas, hospitais, supermercados, carros, aeroportos e por que não, também nas próprias escolas (VALADARES, 1998).

A chamada Física Moderna e Contemporânea, que foi desenvolvida basicamente a partir do final do século XIX, inicialmente por Max Planck com o estudo do quanta de energia e Albert Einstein com a relatividade geral e o efeito fotoelétrico, criou uma nova maneira de pensar não só a ciência como também em várias outras áreas do conhecimento, de modo que, conforme afirma PUJOL (2002):

Essa visão permitiu relacionar as partes com o todo e o todo com as partes, rompendo com a causalidade linear e dando lugar à outra que contempla a interação, a probabilidade e a complementaridade que favorece a apropriação, o diálogo e a negociação, características necessárias na construção de uma nova organização social em que devem participar atores diferentes dada a complexidade atual. Por isso, a educação científica de hoje precisa contemplar aquilo que é antagônico e complementar. (PUJOL, 2002, p. 15).

No entanto, pouco se vê dentro da sala de aula sobre os conceitos da Física Moderna e Contemporânea (FMC), sendo que “os alunos ouvem falar em temas como buracos negros e Big Bang na televisão ou em filmes de ficção científica, mas dificilmente nas aulas de física” (OSTERMANN; MOREIRA, 2000).

Levando em consideração que os conceitos de FMC estão por trás do funcionamento de aparelhos que, atualmente, são utilizados de forma corriqueira no dia-a-

dia da maioria das pessoas é imprescindível que os alunos do Ensino Básico¹ conheçam os fundamentos da tecnologia atual, já que ela atua diretamente em sua vida e certamente definirá o seu futuro profissional (VALADARES, 1998).

A prática de ensino de ciências naturais e matemática, principalmente o ensino de física diverge das relações entre as novas tecnologias e seus conceitos científicos. Os currículos das escolas brasileiras têm permanecido tradicionais e inalterados em sua estrutura básica, deste modo ainda não é comum que assuntos envolvendo conceitos de FMC sejam discutidos em sala de aula (TERRAZZAN, 1992).

A Física Clássica, ou newtoniana, ainda domina o currículo escolar. Isso implica em oferecer aos alunos uma perspectiva linear e determinista dos fenômenos naturais, perspectiva essa, contestada pelos atuais estudos epistemológicos relacionados à teoria quântica, que revelam uma grande complexidade na estrutura dos elementos e suas relações. “Deste modo, as disciplinas científicas, como a física, tem omitido os desenvolvimentos realizados durante o século XX e tratam de maneira enciclopédica e excessivamente dedutiva os conteúdos tradicionais” (BRASIL, 1999).

Talvez por isso os alunos não demonstrem grande interesse em aprender Física, pois não conseguem fazer uma ponte entre os conceitos vistos em sala de aula com a física do cotidiano e quando estes apresentam interesse lhes falta alguém para ensinar e despertar sobre os conteúdos e aplicações da física. Uma alternativa para auxiliar neste despertar a possibilidade de construção de uma série de modelos e protótipos de dispositivos e equipamentos que ilustram os princípios da Física Moderna e suas aplicações práticas. Com isso, o aluno passa a ter uma motivação a mais, já que ele passa a ver o mundo com outros olhos. “Neste sentido é importante que o currículo busque incorporar os desenvolvimentos da física que ocorreram neste século, trazendo a física do ensino médio mais próxima da física que os físicos fazem atualmente” (BORGES, 2005).

Deste modo, a inserção de FMC no Ensino Básico (EB) pode contribuir tanto para que o aluno tenha uma mudança em sua visão do mundo, quanto para fornece-lhe uma

¹ Entende-se por Educação Básica no Brasil o período correspondente a Pré-escola, Ensino Fundamental (EF) (1º ao 9º ano) e ao Ensino Médio (EM) (1º ao 3º ano).

imagem mais correta desta ciência e da própria natureza do trabalho científico. (MOREIRA, 2000).

No entanto, não basta apenas introduzir novos assuntos que proporcionem análise e estudos de problemas mais atuais se não houver uma preparação adequada e oportunidade de atualização para os professores que precisam ser os atores principais no processo de mudança curricular (OLIVEIRA, 2007). As estratégias ou práticas pedagógicas utilizadas por parte dos professores parecem não despertar interesse nos alunos promovendo com isso baixo nível de aprendizagem. Em parte, isso acontece porque segundo SONZA (2007, p.17), “em sua maioria a atual forma de ensino é centrada na memorização de fórmulas ou procedimentos que serão realizados automaticamente, quando solicitados”. Deste modo os alunos acabam condicionados a decorarem as respostas certas, sem criar novas perspectivas sobre o problema.

O professor potencializa muito mais as respostas do que as perguntas e com isso não desperta a curiosidade do seu aluno com relação ao conteúdo, não permitindo a ele construir sua opinião e lançar suas hipóteses. Para isso, o professor, sobretudo, não deveria fornecer todas as respostas. O ensino visando à construção de conhecimento caracteriza-se pela promoção de debate, da hipótese divergente, da dúvida, do confronto de ideias, de informações discordantes e da exposição competente de conteúdos formalizados (BECKER, 1993).

De um modo geral, as pesquisas que discutem a inserção da FMC no Ensino Básico, principalmente no Ensino Médio (EM), convergem para a necessidade da compreensão do mundo atual, tanto no que tange ao conhecimento e a cultura científica, quanto ao desenvolvimento tecnológico (MORAIS; GUERRA, 2013).

Nesta linha, a Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), que pode ser definida como um conjunto de recursos tecnológicos, utilizados de forma integrada, com um objetivo comum, pode ser utilizado para auxiliar a inserção de conceitos de FMC no EM, pois permeiam o cotidiano, independente do espaço físico e criam necessidades de vida e convivência que precisam ser analisadas no espaço escolar. (BRASIL, 1999). Porém, conforme define Barros (2005):

Integrar o currículo escolar e o trabalho pedagógico com as TIC ainda esbarra em diversas resistências no cotidiano das escolas, de modo que o grande desafio existente no processo de ensino e aprendizagem é como integrar os professores na cultura tecnológica (BARROS, 2005, p. 65, apud TEZANI, 2011, p. 37).

Nesse sentido, pensou-se em uma proposta de trabalho que pretende utilizar como estratégia pedagógica, para auxiliar na inserção de conceitos de FMC no Ensino Básico, uma adaptação da técnica *Hands-on* em conjunto com a teoria de Resolução de Problemas (RP) e a utilização das TIC com enfoque nas Tecnologias Educacionais (TE).

1.2 QUESTÃO NORTEADORA

A questão de pesquisa que norteia este estudo é a seguinte:

- O uso de uma estratégia de ensino baseada na Técnica *Hands-on* em conjunto com a Resolução de Problemas e enfoque nas TIC, pode contribuir para a aprendizagem de conceitos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Básico?

1.3 OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS

A seguir, enunciam-se os objetivos geral e específicos de pesquisa.

1.3.1 Objetivo Geral

Esta dissertação tem como objetivo analisar o uso de uma adaptação da estratégia *Hands-on*, denominada *Hands-on-Tec*, em alunos do Ensino Básico, como forma destes poderem assimilar conceitos de Física Moderna e Contemporânea.

1.3.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são:

- a) Analisar os conhecimentos prévios dos alunos relacionados com a Física Moderna e Contemporânea (FMC);
- b) Avaliar a técnica *Hands-on-Tec* como estratégia pedagógica para ensinar FMC.

- c) Construir uma sequência didática sobre conceitos de FMC;
- d) Desenvolver um *webfólio*² para divulgação da estratégia e exemplos de atividades pedagógicas;

1.4 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A estrutura do trabalho está dividida em cinco capítulos:

No primeiro, é feita uma apresentação do trabalho de pesquisa, descreve-se, a escolha e relevância do tema, sua justificativa no contexto educacional, elencam-se as questões norteadoras e os objetivos geral e específicos da pesquisa.

No segundo capítulo, realiza-se a revisão da literatura iniciando com uma contextualização a respeito da teoria da aprendizagem significativa que fundamenta este trabalho de pesquisa. Apresenta-se a técnica *Hands-on* a qual serve de base para a formulação da *Hands-on-Tec* como proposta de uma nova estratégia pedagógica para o ensino de conceitos de Física Moderna e Contemporânea (FMC). Em seguida, trata-se de uma retrospectiva histórica a respeito da FMC, separando-a em duas linhas: Relatividade e Mecânica Quântica, elencando os principais momentos históricos e suas repercussões. Apresentam-se, ainda, algumas aplicações dos conceitos de FMC na construção de tecnologias que se encontram disponíveis na sociedade atual, bem como novas pesquisas tecnológicas que darão origem a equipamentos com alto nível de sofisticação e, brevemente, estarão disponíveis para a utilização.

No terceiro, capítulo descrevem-se as metodologias de pesquisa e ensino. Apresenta-se a metodologia adotada na pesquisa, especificando sua classificação e também os procedimentos utilizados para a coleta de dados. Apresenta-se, ainda, a metodologia de ensino, por meio de uma descrição da estratégia pedagógica denominada *Hands-on-Tec*. O objetivo da proposta é auxiliar no ensino de conceitos de FMC a alunos do ensino médio através de uma sequência didática. Neste capítulo são detalhadas também, todas as atividades da sequência didática utilizada durante a oficina pedagógica.

² Webfólio é uma coleção organizada de trabalhos, materiais e recursos selecionados, disponíveis em um endereço eletrônico.

No quarto capítulo, é feita a análise e discussão referentes aos dados e resultados levantados pela pesquisa. Faz-se, assim, uma análise das respostas dadas pelos alunos ao pré-teste, com questões a respeito de FMC e suas relações com as tecnologias e a sociedade. Apresentam-se, ainda, os resultados e a análise detalhada a respeito da aplicação da *Hands-on-Tec* como estratégia pedagógica a partir das respostas dos alunos ao decorrer dos encontros e das percepções pedagógicas do professor. Assim, nesse capítulo, busca-se estabelecer as relações entre os dados obtidos e os problemas e objetivos da pesquisa.

No último capítulo, é feita a conclusão a respeito dos resultados da pesquisa e as recomendações da utilização da *Hands-on-Tec* como estratégia pedagógica para ensino de conceitos de FMC.

2 APRESENTAÇÃO DO APORTE TEÓRICO

A seguir, apresenta-se uma revisão de literatura para fins de estudo, que envolveu consulta a artigos, teses, dissertações, trabalhos apresentados em congressos e seminários, consultas à *internet*, livros, revistas e periódicos científicos que abordam as questões sobre inserção de FMC no ensino médio, utilização das TIC no processo de ensino aprendizagem, relações entre ciência, tecnologias e sociedade, e os conceitos sobre a teoria da aprendizagem significativa formulada por David Ausubel e colaboradores.

2.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

“A aprendizagem receptiva significativa implica na aquisição de novos conceitos. Exige tanto uma disposição para aprendizagem significativa quanto a apresentação ao aluno de um material potencialmente significativo” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN; 1980).

A aprendizagem deve entrar em confronto experimental com problemas práticos que sejam interessantes e permitam ao aluno participar do processo para suscitar modificações no comportamento e até mesmo na sua personalidade.

Ja o ensino, por sua vez, aponta para o professor como agente principal e responsável pelo processo de transferência de informação. As atividades centralizam-se na sua pessoa, qualidades e capacidades. “Um bom ensino deve ser construtivista, estar centrado no aluno, promover a mudança conceitual e facilitar a aprendizagem significativa” (MOREIRA, 2011, p. 25). A base para que um processo de ensino seja construtivista e leve o aluno a uma aprendizagem significativa implica em transformar a mente de quem aprende que deve reconstruir, em nível pessoal, os produtos e processos culturais com o fim de se apropriar deles (POZO, 2009).

No contexto educacional, toda a aprendizagem, para que realmente aconteça, precisa ser significativa para o aluno, isto é, precisa envolvê-lo como pessoa em sua totalidade de ideias, sentimentos, cultura e sociedade (ABREU, 1990). Para isso a aprendizagem deve estabelecer relações com o universo de conhecimentos, experiências e vivências do aluno e que lhe permita formular problemas e questões que de algum modo o interessem.

A teoria da aprendizagem significativa foi desenvolvida pelo psicólogo americano David Ausubel e colaboradores na década de 60 (MOREIRA, 1999). É considerada um processo através do qual um novo conhecimento se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva à estrutura cognitiva do aluno (MOREIRA, 2011).

Quando se fala em características não-arbitrárias quer dizer que o material potencialmente significativo não se relaciona com qualquer aspecto arbitrário da estrutura cognitiva, mas sim com conhecimentos especificamente relevantes, os quais Ausubel, chama de subsunçores. “Subsunçor é todo o conhecimento prévio do aluno que pode servir de ancoragem para uma nova informação relevante para o mesmo” (MACHADO; OSTERMANN, 2006, p. 7). Estes novos conceitos, proposições e ideias podem ser aprendidos significativamente desde que outros, especificamente relevantes e inclusivos, estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do sujeito para funcionarem como pontos de “ancoragem” aos primeiros.

A característica de substantividade está relacionada ao que é incorporado à estrutura cognitiva, ou seja, a composição do novo conhecimento, das novas ideias, não necessariamente as palavras utilizadas para expressá-las. Podem-se expressar os mesmos conceitos através de distintos signos e de diferentes maneiras, equivalentes em termos de significados. Assim, “uma aprendizagem significativa não pode depender da utilização de apenas um tipo de signo em particular e sim de diversos” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN; 1980).

Mas, para que a aprendizagem significativa ocorra realmente, não é suficiente que as novas informações sejam simplesmente relacionadas a ideias correspondentemente relevantes, é também necessário que o conteúdo ideacional relevante esteja disponível na estrutura cognitiva do aluno (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN; 1980).

Quando a aprendizagem de novas informações acontece com pouca ou nenhuma interação com os conhecimentos e conceitos relevantes existentes na estrutura do aluno, Ausubel a define como aprendizagem mecânica. Nesta situação, a informação é armazenada de maneira arbitrária. Não existe uma ancoragem nas informações já armazenadas anteriormente. O novo conhecimento fica solto na estrutura cognitiva sem ter subsunçores para se relacionar. Segundo Ausubel, a estrutura cognitiva é o conteúdo total e

organizado de idéias de um dado indivíduo, ou no contexto da aprendizagem de certos assuntos, refere-se ao conteúdo e organização de suas idéias naquela área particular de conhecimento. A memorização de letras sem uma relação lógica ou que não forma nenhuma sílaba conhecida, fórmulas matemáticas decoradas ou resultados numéricos, podem ser exemplos de aprendizagem mecânica. No entanto a aprendizagem mecânica é necessária quando o aluno recebe informações e conceitos totalmente novos, que ainda não dispõem de subsunçores na estrutura cognitiva.

Assim, a aprendizagem é muito mais significativa à medida que o novo conteúdo é incorporado às estruturas de conhecimento de um aluno e adquire significado para ele a partir da relação com seu conhecimento prévio (PELIZZARI, 2002). No entanto, se estes ainda não estão formados, Ausubel recomenda o uso de organizadores prévios para servirem de âncora e levarem ao desenvolvimento de subsunçores que irão facilitar a aquisição dos conhecimentos futuros. Organizadores prévios são materiais introdutórios destinados a facilitar a aprendizagem de tópicos específicos ou conjunto de idéias consistentemente relacionadas entre si.

Segundo Ausubel e colaboradores, podem-se identificar três tipos básicos de aprendizagem significativa: aprendizagem representacional, aprendizagem de conceitos e aprendizagem proposicional, “sendo a aprendizagem representacional o tipo mais básico, que inclusive condiciona todos os outros aprendizados significativos” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN; 1980).

A aprendizagem representacional refere-se ao significado de palavras ou símbolos unitários. Ocorre quando símbolos arbitrários passam a representar, em significado, determinados objetos ou eventos em uma relação unívoca, quer dizer, o símbolo significa apenas o referente que representa (MOREIRA, 2011).

A aprendizagem conceitual acontece quando o aluno percebe regularidades em eventos ou objetos, passa a representá-los por determinado símbolo e não mais depende de um referente concreto do evento ou objeto para dar significado a esse símbolo. Conceitos indicam regularidades em eventos ou objetos. Por exemplo, quando uma pessoa tem o conceito de carro, o símbolo “carro” representa uma infinidade de objetos com determinados atributos, propriedades, características comuns. No entanto, para chegar ao

conceito de carro, provavelmente, o aluno passou por inúmeras representações de “carro”. Após a construção desse símbolo, o mesmo, geralmente, passa a ser representado por um símbolo, geralmente linguístico.

Outro tipo de aprendizagem é a proposicional, que implica em dar significado a novas ideias expressas na forma de uma proposição. Ou seja, uma proposição potencialmente significativa para o aluno, expressa verbalmente por uma sentença, interage com ideias relevantes, estabelecidas na estrutura cognitiva e, dessa interação, surgem os significados da nova proposição.

É bastante comum que alunos, acostumados a longas experiências em fazer exames, adquiram o hábito de memorizar os conceitos, muitas vezes, até simulando uma associação e não apresenta uma disposição para o relacionamento dos novos conceitos com os conhecimentos já existentes em sua estrutura cognitiva. No entanto, por outro lado, se o aluno não consegue resolver um problema, isso não significa, necessariamente, que ele tenha apenas memorizado os princípios e conceitos relacionados à resolução do problema.

Dentro do processo de aquisição e organização de significados na estrutura cognitiva, introduz-se o princípio da assimilação (MOREIRA, 2011). Isso acontece quando se apresenta uma nova informação potencialmente significativa, que é relacionada e assimilada por um conceito subsunçor existente na estrutura cognitiva e se torna um produto interacional que modifica o subsunçor. Após a aprendizagem significativa, começa um segundo estágio de subsunção, denominado assimilação obliteradora, pois as novas ideias se tornam dissociáveis dos subsunçores se tornando um único conceito. O esquecimento é uma consequência natural da aprendizagem significativa, o que Ausubel define como sendo a perda progressiva da dissociabilidade dos novos conhecimentos em relação aos conhecimentos que lhes deram significados, que serviram de ancoradouro cognitivo. No contexto da aprendizagem significativa, a dissociabilidade significa a separação ou não de conceitos relacionados na estrutura cognitiva do aluno.

Isso depende da relevância do subsunçor que pode ser denominado subsunção subordinada, a qual é dividida em subsunção derivativa, quando o conhecimento aprendido deriva de outro mais genérico ou subsunção correlativa que acontece quando o conhecimento aprendido é uma extensão, modificação ou elaboração de um já existente.

Por exemplo, aprender que um determinado animal, relativamente conhecido, é mamífero é uma subsunção derivativa, porém aprender que o morcego e a baleia também são mamíferos certamente será uma subsunção correlativa. “A ideia é simples: em algumas aprendizagens significativas o(s) subsunçor(es) se modificam bastante em outras não”. (MOREIRA, 2012, p. 38).

A aprendizagem significativa pode ser superordenada, quando o conhecimento mais específico ocorre, primeiro, para somente então o conhecimento mais genérico ser adquirido a partir deste. Por exemplo, quando um aluno desenvolve os conceitos sobre pássaro, galinha, pato, etc., futuramente poderá entender que todos esses são subordinados ao conceito “aves”.

Para auxiliar na organização dessas ideias na estrutura cognitiva, podem ser utilizados os mapas conceituais, que são diagramas indicando relações entre conceitos, ou entre palavras que usamos para representar outros conceitos. O mapeamento conceitual é uma técnica muito flexível e, em razão, disso pode ser usado em diversas situações, para diferentes finalidades: instrumento de análise do currículo, técnica didática, recurso de aprendizagem, meio de avaliação (MOREIRA; BUCHWEITZ, 1993).

De modo geral, a aprendizagem significativa faz com que o professor busque organizar os conteúdos de modo a dialogarem com a vivência do aluno. Assim, o novo conhecimento será integrado a partir dos saberes que o aluno já possui. É importante problematizar, fazer as perguntas, potencializar os conhecimentos prévios do aluno sobre o assunto para que este faça sentido e possa, assim, desenvolver suas competências educacionais. Deste modo, ao ensinar um conteúdo é importante que o aluno compreenda porque ele está aprendendo aquilo, para que esteja aprendendo e em que momento ele irá utilizar esse conhecimento em sua vida. Não se pode ter medo de dialogar e de discutir com os alunos sobre o que se está ensinando e sobre o que ele está aprendendo. Essa relação dialógica faz parte do processo de ensino e da aprendizagem e o conteúdo tem que significar alguma coisa para o aluno para que ocorra uma aprendizagem significativa.

2.2 A TÉCNICA HANDS-ON (MÃOS NA MASSA)

A técnica “*Hands-on*” ou “Mão na Massa” como é conhecida no Brasil, teve sua origem na Academia das Ciências da França, no ano de 1995 desenvolvida por Georges Charpak juntamente com Pierre Lenas e Yves Queré, que iniciaram o programa chamado “*La main à la pâte*” (mão na massa) com o propósito de revitalizar o ensino das ciências na escola primária francesa (CHEVALERIAS, 2005). No desenvolvimento do programa os autores contaram com o apoio das autoridades educacionais daquele país e de uma equipe de dez pessoas trabalhando em tempo integral, estando diretamente em contato com os mais conceituados pesquisadores das áreas da ciência e educação.

O programa “*La main à la pâte*”, devido sua qualidade e características inovadoras no ensino de ciências, foi adotado a partir do ano de 2000 pelo *Institut National de la Recherche Pédagogique* e compôs a base do plano de renovação do ensino das ciências e da tecnologia nas escolas da França. A proposta foi implantar o programa no ensino primário e em seguida, em todo o ensino fundamental e médio, para que estes sofressem uma renovação significativa no que diz respeito à qualidade do ensino e da aprendizagem das ciências.

Nos anos seguintes o “*La main à la pâte*” passou a ser implementado em outros países, para auxiliar no ensino de ciências, obtendo resultados importantes e envolvendo inúmeros pesquisadores, professores e alunos. Sendo que, entre o ano de 1995 e 2003, haviam 11 países com o programa já implementado, envolvendo mais de 4700 escolas e mais de 17 países em processo de implementação (CHEVALERIAS, 2005).

No Brasil, o programa passou a ser desenvolvido a partir do ano 2001 em parceria com a Academia Brasileira de Ciências envolvendo até o ano de 2004 sete estados brasileiros, 11 cidades e mais de 700 escolas. O programa foi denominado ABC na Educação Científica – A Mão na Massa e coordenado por Ernesto Wolfgang Hamburger.

O objetivo geral da implantação da “*La main à la pâte*”, no Brasil - “mão na massa” ou *Hands-on*, como técnica educacional segundo (CHEVALERIAS, 2005), consiste em fazer com que a criança participe da descoberta dos objetos e fenômenos da natureza, contando-os como objeto de observação e experimentação em sua realidade, estimulando a imaginação e desenvolvendo o domínio da imagem.

A *Hands-on* é considerada como uma técnica pedagógica e seus métodos se assemelham aos recomendados para a Resolução de Problemas (RP) de matemática, dando ênfase à experimentação e podem ser aplicados em diferentes níveis escolares.

Dentre as ideias sobre aquilo que constitui a Técnica *Hands-on* existem atualmente varias opiniões, mas todas concordam em um ponto: deve-se utilizar da manipulação de materiais diversificados em suas atividades, levando os alunos a investigar com mais profundidade os objetos e analisar fenômenos para compreender melhor o mundo que os cerca (ROSA; SANTOS ROSA; SOUZA, 2013). Neste sentido, a técnica *Hands-on* trabalha com ênfase na pergunta, pois são as perguntas que iniciam o movimento, tiram as pessoas da zona de conforto mental para que estas busquem elaborar a resposta e, com isso, surgem novas perguntas e questionamentos. Normalmente a boa resposta não é de forma fechada e deixa margem para novos questionamentos, ou seja, novas perguntas.

Existe uma sistemática que compõem a Técnica *Hands-on* visando o desenvolvimento dos conceitos e conteúdos de ciências que se pretende trabalhar. No entanto, essa não é imutável, mas é importante que as etapas sejam seguidas para auxiliar os alunos na aprendizagem. Dentro da *Hands-on* existem cinco momentos que são essenciais para garantir uma boa investigação pelos alunos. (1) a escolha de uma situação inicial, (2) a formulação do questionamento dos alunos, (3) elaboração das hipóteses e o conceito das investigações, (4) a investigação conduzida pelos alunos e (5) a aquisição e a estruturação do conhecimento.

Ao decorrer desses momentos, o professor deve considerar as articulações entre os questionamentos e os procedimentos dos alunos sobre os fenômenos em questão, como por exemplo, é quente ou frio, animado ou inanimado, natural ou artificial. São os questionamentos que irão impulsionar o interesse dos alunos para descobrirem os conceitos que fundamentam os fatos. Os questionamentos devem ser incentivados e conduzidos a todo o momento pelo professor, sem restringir indagações, fomentando a aquisição de conhecimentos e o desenvolvimento de habilidades pelos alunos.

A diversidade dos métodos de investigação utilizada pelos alunos compõe um item de grande importância e deve ser levado em consideração, bem como potencializada, pois auxilia na formação de ideias a partir da diferente observação do mesmo fenômeno. Dentre os métodos, pode ser utilizada a experimentação direta que consiste na verificação imediata

do sistema ou fenômeno enquanto esse está acontecendo, como por exemplo, para descobrir se um objeto está quente ou não se verifica a temperatura.

Outra opção de método de investigação é a construção de um modelo que represente o objeto a ser investigado, que se mostra muito interessante na coleta de dados, pois muitas vezes, esses modelos possuem imperfeições, não representando exatamente o sistema modelado e com isso surgem questões desafiadoras que colaboram com o aprendizado do aluno.

Em algumas situações pode ser utilizada a observação direta ou auxiliada por instrumentos de medições que geram dados para uma maior análise pelos alunos em relação ao fenômeno ou fato, sem contar que, quando se trata de observação, às interpretações geralmente são diferenciadas, pois dependem das concepções de cada um.

A pesquisa em documentos como livros, revistas e outros, trazem informações com maior grau de detalhamento e que, em algumas situações, são difíceis de serem encontradas pelos alunos apenas medindo ou observando os fenômenos. Existem momentos em que a investigação e a visita ao cenário onde se encontra o evento a ser investigado resultam em informações relevantes e que levam ao entendimento do todo. Todas essas estratégias de acesso ao conhecimento se complementam e devem ser dosadas levando em consideração o objeto e os objetivos do estudo. Deve ser privilegiado, sempre que possível, a ação direta e a experimentação pelos alunos.

Segundo a estratégia *Hands-on*, uma sequência deve ser adotada para a formulação do programa de ensino visando à apropriação do conhecimento. Essa sequência deve ser constituída dos momentos anteriormente citados e detalhados a seguir.

A escolha de uma situação inicial: devem ser escolhidos os parâmetros de trabalho em função dos objetivos do programa, adequados ao nível escolar e aos alinhamentos com os demais professores. Deve-se observar o quanto à situação irá contribuir para a aquisição de conhecimento e se os questionamentos que a situação pode conduzir estarão alinhados com os objetivos. Os recursos disponíveis precisam ser suficientes para auxiliar os alunos no desenvolvimento e resolução das questões. A situação inicial deve ser formulada levando também em consideração os interesses dos alunos ou para despertá-los, não pode ser algo que não faça sentido ou não envolva itens de suas realidades que possam servir de suporte para a aquisição do conhecimento.

A formulação do questionamento dos alunos: deve ser dirigida e incentivada pelo professor que auxiliará os alunos na formulação das perguntas, direcionando-as para o campo científico e promovendo a melhoria na maneira com que estas são colocadas, visando o aperfeiçoamento da oralidade e organização das ideias. O professor deve escolher, previamente, perguntas que sejam produtivas, que direcionem as investigações, que sigam uma linha construtiva e que possam ser trabalhadas e analisadas levando em consideração os materiais experimentais disponíveis. Se as perguntas tomarem proporções exageradas e em desalinhamento com os materiais, ou informações disponíveis, os resultados podem levar ao desinteresse ou frustração dos alunos. As perguntas devem ser formuladas de modo à conduzirem ao confronto dos conhecimentos prévios em relação às investigações para que, a partir daí, surja a discussão entre a turma e o entendimento dos novos conceitos.

A elaboração das hipóteses e o conceito das investigações: deve ser gerenciado pelo professor que é responsável pela organização dos grupos de estudo, se serão compostos por alunos de diferentes níveis, idades, gênero, bem como o número de integrantes, dentre outros. O professor também é responsável por deixar claras as expectativas e objetivos do trabalho, o que ele espera que os alunos busquem e quais comportamentos devem adotar. É neste momento que surgem as formulações das hipóteses dentro dos grupos e estas devem ser organizadas, sendo elaborado ou não algum roteiro para relatar se as hipóteses em questão foram confirmadas ou refutadas e maneiras de explicá-las. Estas formulações e explicações podem ser feitas de forma oral e/ou escritas pelos alunos, priorizando as suas previsões do tipo, “eu acho que vai acontecer isso... porque...”. Deve ser feita a comunicação a toda turma das hipóteses levantadas e as eventuais maneiras como se pretende testá-las.

A investigação conduzida pelos alunos: é o momento do debate dentro do grupo sobre os resultados obtidos a partir das experimentações, a necessidade de utilizar um novo método de experimentação, a possibilidade de replicá-los ou não, o grau de variação dos dados, a relação entre os conhecimentos prévios e os resultados observados, que podem ou não estarem alinhados e farão os alunos refletirem individualmente e no grupo para entender o porquê da situação. Neste momento surgem novas hipóteses que buscam explicar ou entender a situação experimentada. É o momento do gerenciamento dos

registros feitos pelos alunos que é de grande importância para a análise do grau de aprendizagem adquirida.

A aquisição e a estruturação do conhecimento: este é o momento da socialização dos resultados com o grande grupo, ou seja, a comparação com as outras turmas dos resultados e as conclusões que cada grupo obteve. O professor deve mediar às discussões e, novamente, direcioná-las para a formulação dos conceitos científicos em um grau de entendimento acessível aos alunos. Se for necessário deve ser proposto novos experimentos ou a reformulação de conclusões. O professor também deve auxiliar os alunos na formulação e elaboração de materiais escritos, descrevendo toda a análise e conclusões do grupo e individualmente. Neste momento devem ser criados materiais destinados à comunicação dos resultados. Estes materiais podem ser em formato de textos, gráficos, apresentações em multimídias, maquetes, dentre outros. Este momento deve ser encarado como a sistematização do que foi vivenciado. O maior desafio da divulgação é organizar o material de um modo que o trabalho seja compreendido por aqueles que não participaram do processo.

A aplicação da *Hands-on* traz benefícios pra o desenvolvimento dos alunos em função dos seus momentos que envolvem observação, experimentação, manipulação, medição, formulação de hipóteses, anotações, comparações de dados, leituras, produção de textos, apresentações, dentre outros, sendo que essas ações auxiliam o aluno na construção progressiva de competências de linguagens ao mesmo tempo em que elaboram seu raciocínio lógico.

2.3 HISTÓRIA DA FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA

Ao final do século XIX, a sociedade científica estava certa que havia pouco para ser descoberto em relação aos estudos da Física. Parecia que as teorias estavam completas, testadas e provadas pois, desde Galileu Galilei (1564-1642), os físicos clássicos tinham como marca registrada testar pela observação e experimentação exaustiva suas teorias, até que não houvesse mais dúvidas de que tudo estava absolutamente correto. A partir de Galileu seguiu-se a ideia de que tudo poderia ser medido, tudo era absoluto.

Isaac Newton (1642- 1727) seguiu os métodos de Galileu e se tornou o grande cientista de sua época, deixando um grande legado que inclui o teorema do binômio e o

método matemático das fluxões (cálculo diferencial) . Ele definiu cada grandeza finita em um fluxo contínuo, desta maneira, calcular áreas e volumes limitados por curvas, não se tornou mais problema. É com este método de calcular que surgiram as definições do cálculo diferencial e integral. Dentre as maiores contribuições de Newton para com a física está seu estudo sobre a natureza da luz onde, ele demonstrou que a luz branca se decompõe nas cores básicas do espectro luminoso ao passar por um prisma.

Newton formulou, também, as leis da mecânica clássica, incluindo as leis do movimento gravitacional, que explicam fenômenos, desde a queda de uma maçã até a “queda” contínua da lua, bem como a órbita de todos os corpos celestes. Newton reuniu os escritos detalhados de mais de 20 anos de estudos, com demonstrações a respeito das hipóteses da gravitação universal, mecânica, luz e seu teorema do binômio em seu livro conhecido como *Principia* ou Princípios matemáticos da filosofia natural. Com esta obra-prima do conhecimento científico, Newton mostrou ser possível explicar os acontecimentos físicos tanto da terra, quanto dos céus e que eles são regidos pelas mesmas leis, isso consolida a ideia de que, a partir das experimentações, tudo pode ser previsto, pois as leis do comportamento dos corpos são absolutas.

No século XVIII a física continuou sendo desenvolvida por métodos práticos nos estudos sobre as leis da termodinâmica dentro de uma sistematização, impulsionada pela criação da máquina a vapor delimitando as leis da transformação termodinâmica de energia térmica em energia mecânica. Michael Faraday (1791-1867) a partir das experiências feitas por Hans Oersted descobriu a indução eletromagnética e, com isso, uma sequência de estudos que formaram as teorias do eletromagnetismo, teorias estas que foram construídas e aperfeiçoadas por outro grande nome da ciência, James Clerk Maxwell (1831-1879).

Neste século, intensificaram-se os estudos a respeito do átomo, com John Dalton e a teoria de que cada elemento químico corresponde a um tipo de átomo. Depois com a descoberta do elétron, em 1897, por Thomson, o átomo deixou de ser a menor parte da matéria como se acreditava e assim seguiu a formulação dos novos modelos atômicos a partir do indivisível até o modelo planetário de Rutherford. Os modelos atômicos de Bohr e Louis De Broglie juntamente com outras teorias que serviram de base para a definição do conceito fundamental de uma nova teoria por Planck. Estudos estes que até o momento

seguem reforçando as leis da física clássica como sendo absolutas de modo que segundo afirmou o grande físico e matemático Pierre Simon de Laplace (1724-1827) em sua obra sobre probabilidades:

Devemos considerar o estado presente do universo como efeito dos seus estados passados e como causa dos que se vão seguir. Suponha-se uma inteligência que pudesse conhecer todas as forças pelas quais a natureza é animada e o estado em um instante de todos os objetos - uma inteligência suficientemente grande que pudesse submeter todos esses dados à análise -, ela englobaria na mesma fórmula os movimentos dos maiores corpos do universo e também dos menores átomos: nada lhe seria incerto e o futuro, assim como o passado, estaria presente ante os seus olhos (SILVEIRA apud LAPLACE. 1990, p. 326).

Deste modo, ao final do século XIX os físicos haviam formulado inúmeros postulados que sustentavam toda a física e eram considerados corretos, pois passaram por exaustivos testes ao longo de anos ao ponto de serem quase inquestionáveis, de modo que, quem elaborasse alguma ideia divergente a estes pensamentos, não era digno de muito crédito. Assim em junho de 1894, Albert Michelson (1852-1931) chegou a dizer que “tudo que restava a fazer em física era preencher a sexta casa decimal”.

Os físicos, até o final do século XIX, acreditavam que³: (a) o universo era como uma máquina gigante assentada em uma estrutura de tempo e espaço absolutos. Um movimento complicado poderia ser entendido como um simples das partes internas da máquina, mesmo que essas não pudessem ser visualizadas. (b) A síntese newtoniana implicava que todo movimento tinha uma causa. Se um corpo realizava um movimento, alguém sempre poderia calcular o que produzia esse movimento. Isso é simplesmente causa e efeito, algo que ninguém questionou de verdade. (c) Se o estado de movimento era conhecido em determinado ponto ele poderia ser determinado em qualquer outro ponto no futuro ou no passado. Nada era incerto, tudo era simplesmente consequência de alguma causa prévia. O chamado determinismo. (d) As propriedades da luz estavam completamente descritas pela teoria de onda eletromagnética de Maxwell e confirmadas pelos padrões de interferência observados em um simples experimento de dupla fenda feito por Thomas Young em 1802. (e) Há dois modelos físicos para representar a energia em movimento: Uma partícula, representada por uma esfera impenetrável como uma bola de bilhar; e uma onda, como aquelas que avançam pela praia pela superfície do oceano. Ambos os

³ Tópicos organizados conforme as ideias apresentadas em: (ZARATE, 2012).

modelos são mutuamente exclusivos, a energia tem de ser ou um, ou outro. (f) Era possível medir com máxima exatidão as propriedades de um sistema, como a temperatura ou a velocidade. Bastava reduzir a intensidade da investigação do observador ou corrigi-la com um ajuste teórico. Sistemas atômicos não eram considerados exceção a essa regra.

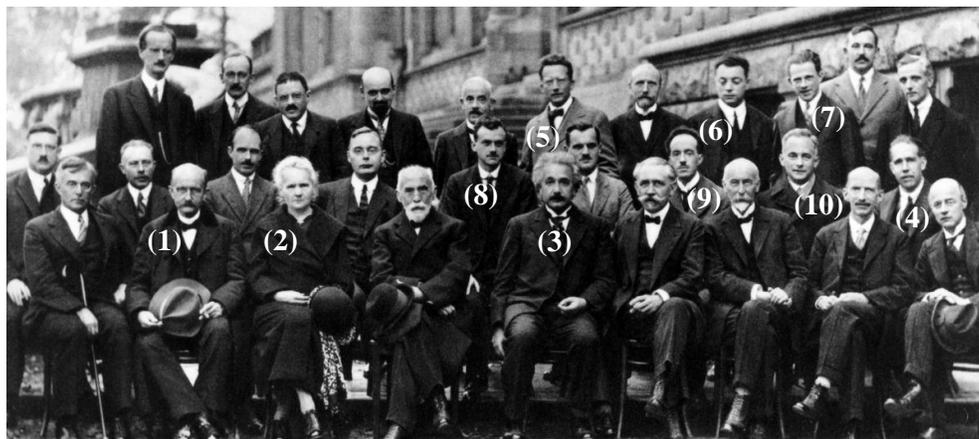
No entanto estas afirmações poderiam em algum momento ser postas em dúvida, mesmo que contrariassem toda a lógica dos conceitos clássicos. O marco oficial para os questionamentos destes postulados e a consideração de novas possibilidades para a física pode ser considerado a Conferência de Solvay patrocinada pelo industrial belga Ernest Solvay (1838-1992). A primeira de várias conferências com físicos de varias partes do mundo aconteceu no ano 1911 em que seus participantes necessitavam de convite especial e com um publico em torno de 30 pessoas em que cada um deveria levar considerações a respeito de um assunto previamente selecionado. Os cinco primeiros encontros, que aconteceram entre 1911 e 1927, compuseram a crônica do desenvolvimento da física do século XX.

O tema da reunião do encontro de 1927, em especial, concentrou-se na teoria quântica inicialmente formulada a partir das ideias de Max Planck (1858-1947) que começou, por volta do ano de 1900 a levantar hipóteses de que a matéria poderia absorver e comportar a radiação eletromagnética, ou seja, a luz, apenas em feixes de energia chamados quanta, cujo tamanho é proporcional à frequência da radiação. O encontro de 1927 foi um marco grandioso para a física moderna, certamente pelo suporte de nove físicos teóricos que posteriormente seriam agraciados com o Prêmio Nobel em virtude de suas contribuições para com o desenvolvimento da nova física. Esta conferência poderia ser comparada ao encontro para a celebração da física clássica por Arquimedes, Kepler, Newton, Galileu, Faraday e Maxwell (ZARATE, 2012).

Os principais atores deste grande acontecimento foram, (1)Max Planck (1858-1947), (2)Marie Curie (1867-1934), (3)Albert Einstein (1879-1955), (4)Niels Bohr (1885-1962), (5)Erwin Schrödinger (1887-1961), (6)Wolfgang Pauli (1900-1958), (7)Werner Heisenberg (1901-1976), (8)Paul Dirac (1902-1985), (9)Louis Broglie (1892-1987), (10)Max Born (1882-1970), dentre outros que estavam presentes com suas ideias e teorias postas em discussão, direcionadas ao entendimento da teoria quântica, a qual era o conjunto

mais estranho de ideias jamais articulado por um grupo de cientistas tão espetaculares em suas concepções e intelectualidades, conforme apresentado na figura 1.

Figura 1 - Conferência de Solvay 1927



Fonte: www.pppl.gov/~hammett/courses/gpp1/intro/solvay1927.html

O nascimento da física moderna se dá com as ideias que já vinham sendo formuladas no final do século, principalmente ao que se trata da questão da relatividade e o efeito fotoelétrico formulado por Einstein, a radiação do corpo negro de Planck e os espectros ópticos da linha brilhante (o átomo de Bohr). Essas questões surgiram de medidas rigorosas e reprodutíveis, mesmo que paradoxais, o tipo de questão que intrigava os melhores físicos da época e despertava o interesse em buscar uma solução lógica, que não fugisse muito das leis clássicas, mas isso não foi possível, tendo início assim a Física Moderna e Contemporânea.

2.3.1 A Relatividade

Quando se estuda Mecânica sob uma visão da Física Moderna, adota-se a velocidade como sendo uma grandeza relativa isso significa que sua medida irá depender do referencial ao qual está sendo medido. A partir disso outras grandezas que possam depender da velocidade também são consideradas relativas. Massa, tempo e comprimento são grandezas consideradas como absolutas na Física Clássica, mas na verdade estas também são grandezas relativas, o fato é que a relatividade só pode ser evidenciada em situações que as velocidades são excessivamente altas, tendendo a velocidade da luz ou

muito próximas dela, velocidade essa que no vácuo equivale a aproximadamente 300.000 km/s.

No final do ano de 1905, Albert Einstein publicou três artigos de grande importância. Um deles era a análise do movimento Browniano; o segundo versava sobre o efeito fotoelétrico e o terceiro a apresentação de sua teoria da relatividade especial, que propunha uma drástica revisão dos conceitos newtonianos de espaço e tempo. A teoria da relatividade propôs muitas mudanças significativas na compreensão da natureza. Porém Einstein baseou esta teoria em basicamente dois postulados bem simples. Um deles afirma que as leis da física devem ser as mesmas em qualquer sistema inercial e o outro diz que a velocidade da luz no vácuo deve ser sempre a mesma em qualquer sistema inercial. Mas estes postulados implicam em consequências importantíssimas como a de que um evento que ocorre simultaneamente a outro em relação a um observador, pode não ocorrer simultaneamente em relação ao outro.

Quando existe movimento relativo entre dois observadores e eles efetuarem medidas de intervalos de tempo e de distância, os resultados obtidos podem não concordar e segundo os postulados de Einstein a segunda lei de Newton e as equações para a energia cinética e o momento linear devem ser reformuladas. A teoria da relatividade é composta de duas outras teorias: Teoria da Relatividade Restrita, que estuda os fenômenos em relação a referenciais inerciais, e a Teoria da Relatividade Geral, que aborda fenômenos do ponto de vista não inercial (YOUNG, 2009). Apesar de formar uma só teoria, elas foram propostas em tempos diferentes, no entanto ambas trouxeram o conhecimento de que os movimentos do Universo não são absolutos.

Uma das questões principais abordada pela teoria da relatividade é da dilatação do tempo. Esta foi testada ainda em 1971 com a utilização de relógios atômicos, devido a sua precisão. Após os dois relógios serem sincronizados deixou-se um em uma posição estacionária na terra e o outro a bordo de um foguete que viajou certa distância a alta velocidade em volta da terra e depois retornou a origem. Constatou-se que existia uma diferença na hora mostrada entre os dois relógios. O que ficou na terra estava alguns milissegundos atrasado em relação ao que viajou no foguete. Isso ocorreu devido à dilatação do tempo no corpo que estava viajando a alta velocidade em relação ao que estava

parado. Ou seja, segundo a teoria relativista de Einstein para um corpo que viaja a altíssimas velocidades o tempo passa mais lentamente que em relação a outro corpo estacionário e essa relação aumenta à medida que a velocidade aproxima-se da velocidade da luz.

Outra comprovação da dilatação do tempo pode ser observada a que diz respeito ao tempo de vida de partículas instáveis, como por exemplo, os *mésons*⁴ que são criados a partir da radiação cósmica que vem do sol para a terra, em altíssima velocidade e se colidem com núcleos de átomos da atmosfera terrestre. O fato é que essas partículas têm meias vidas muito curta e pela distância entre o ponto em que elas são formadas e a superfície terrestre seria impossível que alcançassem o solo. Mas, no entanto, encontram-se algumas destas partículas na superfície da terra, isso acontece devido à dilatação do tempo, tendo como referencial o *méson*, pois este viaja a uma velocidade próxima a da luz e como o tempo de meia vida é medida em relação à partícula estacionária, esta “vive mais tempo” quando está em movimento.

Retornando ao exemplo anterior podemos entender o famoso paradoxo dos gêmeos o qual formula a seguinte situação: Suponha que dois gêmeos se separem para uma viagem estelar, sendo que um deles viajará em um foguete cuja velocidade alcançada é constante e próxima a velocidade da luz (300.000 km/s) e o outro ficará na terra. Após alguns anos de viagem o gêmeo viajante retorna e encontra seu irmão muito mais velho do que ele (YOUNG, 2009). Novamente esse fato se dá em função da dilatação do tempo. Essa situação acontece simultaneamente e no mesmo ponto, ou seja, o referencial é próprio, mas o tempo decorrido é diferente para cada evento, pois o tempo é relativo.

Considerando o tempo como sendo relativo, isso implica que o comprimento de um corpo também deve ser relativo devido à contração de Lorenz. Para medir o comprimento de um objeto que está se movendo a velocidade da luz é preciso determinar o tempo em que este objeto leva para passar por um referencial estacionário, mas esta medida deve ser feita dos dois referenciais, ou seja, do estacionário para o que está em movimento e do que está em movimento para o que está estacionário. Assim sendo, o corpo em movimento sofre uma contração com um fator igual ao de dilatação do espaço/tempo.

⁴ Méson é uma partícula subatômica composta por um quark e por um antiquark de carga oposta.

A teoria da relatividade traz estas implicações que parecem fugir do senso comum. No entanto, foram provadas e adotadas como verdadeiras. Outra mudança relativista está relacionada à massa, a qual era considerada absoluta, mas segundo as leis da relatividade a massa de um corpo pode ser diferente da massa das partes separadas desse corpo. Como isso é possível? Isso é possivelmente explicável pela famosa equação de Einstein $E=mc^2$, a qual afirma que a energia é igual ao produto da massa pelo quadrado da velocidade da luz. Ou seja, massa é energia e energia é massa, sendo que uma pode ser transformada na outra, mas tudo isso levando em conta a velocidade da luz.

Isso implica que, se um corpo for acelerado a uma velocidade próxima a da luz, à medida que se adiciona energia para que se chegue nessa velocidade, a massa desse corpo irá aumentar. Deste modo a soma da massa de um piloto e seu foguete quando parados é ligeiramente menor que a soma das massas do piloto e seu foguete quando estes estiverem viajando a 90% da velocidade da luz, por exemplo.

Outra situação que essa relação pode ser medida e apresenta é a encontrada no decaimento de alguns átomos instáveis que espontaneamente se transformam em outros como o Tório (Th) com massa atômica igual a 232,038, que se decompõem espontaneamente em Radônio (Ra) com massa atômica igual a 228,031, este por sua vez decai para Hélio (He) com massa atômica igual a 4,003, em todo esse processo é liberada certa quantidade de energia, de modo que se somarmos as massas do Hélio e o Radônio a resultante será menor que a do Tório, ou seja, a soma da massa das partes é menor que o todo, isso devido a liberação de energia que ocorreu nesse processo de decaimento atômico.

Todos estes conceitos científicos sobre relatividade, podem divergir do senso comum, no entanto estão corretos, servindo como base para o desenvolvimento de muitas das tecnologias que utilizamos hoje em dia.

2.3.2 A Mecânica Quântica

A partir de 1900 pode-se considerar como uma das primeiras introduções a Física Quântica os trabalhos de Max Planck para resolver o problema da radiação do corpo negro, pois existia um problema na teoria convencional, a qual dizia que quanto maior a frequência maior a intensidade de radiação. O fato é que na prática isso não acontecia, pois

quando um objeto é aquecido, ele emite uma radiação que consiste em ondas eletromagnéticas, ou seja, luz com amplo espectro de frequência. A frequência dominante sobe à medida que a temperatura aumenta e sendo representadas por uma curva muito semelhante aquelas calculadas por Maxwell para a distribuição de velocidade de moléculas de gás aquecido em um recipiente fechado. Esta curva mostrava que a intensidade de radiação alcançava um pico máximo mesmo que a frequência continuasse aumentando.

Wien seguiu a mesma linha de raciocínio de Maxwell e derivou uma fórmula baseado em alguns argumentos teóricos em perfeito acordo com os experimentos publicados, mas apenas na parte de alta frequência do espectro. Outros dois físicos Lord Rayleigh (1842-1919) e Sir James Jeans (1877-1946) elaboraram uma equação que funcionava em baixas frequências, mas em alta frequência a intensidade seria infinita na região ultravioleta, sendo chamada de catástrofe ultravioleta, pois se estivesse correta até a radiação do fogo de uma lareira provocaria queimaduras sérias a uma pessoa que estivesse posicionada em sua frente e como era perceptível, isso não acontecia.

Max Planck um renomado físico engajado com os métodos da física clássica e grande pesquisador dos assuntos relacionados a termodinâmica, ramo da física que se dedicava a mais de vinte anos, sentia-se atraído pelos aspectos universais e absolutos do problema do corpo negro. Planck sabia que as medições feitas eram extremamente confiáveis e que não condiziam com as teorias formuladas até o momento, assim resolveu se debruçar ao estudo desta questão, pois para ele a fórmula que descreveria o fenômeno não deveria conter muitas variáveis além da temperatura, a frequência de radiação e mais algumas constantes universais.

Planck imaginou que a energia deveria ser emitida e absorvida em pacotes, a qual ele chamou de Quanta. Isso significava que as quantidades de energia se apresentavam como sendo um valor finito. Esses valores eram muito pequenos, mas quantizados, o que se mostrava plausível para representar sua lei experimental, porém essa ideia estava em desacordo com as representações clássicas que tanto Planck defendia, pois inferia que a energia era descontínua. Mesmo assim, Planck resolveu aceitar sua hipótese, pelo menos até ter algo mais em acordo com o pensamento clássico. Deste modo nasce a mecânica quântica.

Eis que em 1902 um físico alemão chamado Philipp Lenard (1862-1947) depois de fazer vários estudos com feixes de raios catódicos que incidiam em lâminas delgadas de metal concluiu que as energias dos elétrons, sendo considerados como medidas pelos potenciais retardadores eram completamente independentes da intensidade da luz, ou seja, ao emitir uma luz mais intensa sobre uma placa de metal, esta não liberava mais energia para os elétrons que eram arrancados, como era de se esperar. Experimentos posteriores mostraram outro problema, existia uma determinada frequência limiar abaixo da qual os foto-elétrons não eram arrancados, independentemente da utilização de uma luz mais brilhante.

Esse problema foi resolvido por Albert Einstein um jovem escriturário do Escritório Suíço de Patentes em um dos seus artigos publicados em 1905, a partir da utilização da famosa lei de Boltzman e com base na teoria de Wien, que se sabia funcionar perfeitamente bem para altas frequências. Neste artigo Einstein explicava que a radiação se comportava como partículas de luz. Deste modo ao incidir sobre um metal um quantum de luz (fóton) este é ou não absorvido, e isto é instantâneo. Cada fóton de luz violeta tem energia muito superior aos fótons de luz vermelha e isso explica porque o efeito é facilmente observado para a luz violeta e ultravioleta, de modo que aumentar a intensidade da luz significa aumentar o número de fótons emitidos e conseqüentemente o número de elétrons arrancados, mas a energia máxima dos elétrons é a mesma. Para aumentar a energia cinética máxima dos elétrons emitidos é preciso aumentar a frequência e não a intensidade da luz, pois quanto maior a frequência, maior a energia do fóton.

Einstein e Planck iniciaram a física quântica e o próximo grande passo foi a formulação de um novo modelo atômico por Bohr, que veio substituir o modelo planetário de Rutherford que era considerado instável, pois ao sofrer variação de energia o elétron se chocaria com o núcleo, colapsando assim o átomo. A partir da publicação de Nicholson em 1912 dizendo que o momento angular de uma partícula só poderia crescer ou decair em quantidades discretas quando os elétrons saem ou retornam de suas posições, desafiando as objeções clássicas, Bohr teorizou a existência de átomos constituídos por órbitas estáveis de elétrons. Um elétron poderia existir em qualquer uma das várias órbitas especiais sem emissão de radiação. Tais órbitas foram chamadas de estacionárias e se caracterizam por valores de momento angular orbital. Assim cada vez que um elétron recebe radiação ele

salta para outra orbita, absorvendo energia e para voltar a sua orbita original ele libera um fóton de luz visível ou não (radiação).

Em 1923 Louis de Broglie desenvolveu a ideia de uma partícula oscilando internamente deslizando por uma onda de energia, tratando-se da capacidade ondulatória das partículas. Com base nessa ideia Schrödinger formulou a equação de propagação da onda de matéria e obteve soluções que correspondem aos estados estacionários do átomo de hidrogênio. Werner Heisenberg estudou o mesmo comportamento encarando o movimento do elétron como partícula e iniciou a chamada mecânica matricial que foi desenvolvida em seguida por Max Born, que em 1926 escreveu um artigo sobre os fenômenos de colisão, no qual introduziu a probabilidade da existência de um estado quântico determinado. Não há mais respostas exatas, haveria dito Born, em teoria atômica tudo o que obtemos são probabilidades.

Em 1927 Heisenberg fez mais uma descoberta importante e mostrou que não há como identificar com precisão a posição exata de uma partícula subatômica, a menos que se esteja querendo ficar completamente às cegas ao que se refere ao momento da partícula, também não há como identificar o momento exato da partícula. Medir a posição e o momento exatamente e ao mesmo tempo é impossível. Deste modo é possível apenas obter uma indicação da probabilidade da posição do elétron que está orbitando o núcleo de um átomo, sendo que sua posição exata é impossível de ser determinada com exatidão. Esse é o modelo atômico atual representado por uma nuvem de probabilidades de possíveis posições do elétron ao redor do núcleo.

A física moderna trouxe inúmeras representações além das compreensões das menores dimensões da matéria e da energia do universo, mesmo que resulte em novas dúvidas e paradoxos aumentando cada vez mais o nível de complexidade das leis que governam o mundo subatômico. Porém os avanços científicos feitos a partir do século XIX proporcionaram base para o desenvolvimento de novas tecnologias e continuam auxiliando as construções do futuro.

2.4 FMC E AS TECNOLOGIAS

A ciência e a tecnologia tiveram significativa evolução no último século gerando, com isso, uma enorme gama de produtos tecnológicos que servem para diversos fins, sendo que alguns se tornaram indispensáveis dentro dos padrões da sociedade. Essa evolução vai muito além dos bens de consumo beneficiando a sociedade nas áreas da saúde, transportes, telecomunicações, entretenimento, artes, e muito mais.

Tanto a ciência, quanto a tecnologia, são dois grandes ramos do saber humano e existem alguns aspectos relevantes que enquadram cada uma dentro de suas respectivas particularidades. Os conceitos das distintas áreas da ciência, após se ter reduzido o nível de abstração, combinam-se entre si e são utilizados para solucionar os problemas que limitam o desenvolvimento da tecnologia. Da mesma maneira, em que a tecnologia utiliza elementos das ciências, estas também se beneficiam das concepções e criações tecnológicas.

Deste modo a tecnologia é um conjunto de saberes inerentes ao desenvolvimento e a concepção dos instrumentos (artefatos, sistemas, processos e ambientes) criados pelo homem através da história para satisfazer suas necessidades e requerimentos pessoais e coletivos (VERASZTO, 2008). Já a ciência segundo LAKATOS (2003):

É uma sistematização de conhecimentos, um conjunto de proposições logicamente correlacionadas sobre o comportamento de certos fenômenos que se deseja estudar: "A ciência é todo um conjunto de atitudes e atividades racionais, dirigidas ao sistemático conhecimento com objeto limitado, capaz de ser submetido à verificação (LAKATOS, 2003, p.80).

Assim surge o conhecimento científico que é aquele transmitido por intermédio de treinamento apropriado, sendo um conhecimento obtido de modo racional, conduzido por meio de procedimentos científicos, que visa explicar "por que" e "como" os fenômenos ocorrem, na tentativa de evidenciar os fatos que estão correlacionados, numa visão mais globalizante do que a relacionada com um simples fato (LAKATOS, 2003).

A complexidade do universo e a diversidade de fenômenos que nele se manifestam, aliadas à necessidade do homem de estudá-los para poder entendê-los e explicá-los, levaram ao surgimento de diversos ramos de estudo e ciências específicas, que

foram classificadas de acordo com sua ordem de complexidade ou conteúdo, em um desses ramos encontram-se as ciências naturais compostas pela Química, Biologia e Física.

Deste modo, a Física é a ciência que estuda a natureza em seus aspectos mais gerais, perpassando por várias áreas do conhecimento. A física é uma ciência experimental e, como tal, encontra-se sempre em desenvolvimento e suas mudanças não se restringem ao universo científico, pois se refletem na sociedade em geral.

A partir do final do século XIX surge a chamada Física Moderna e Contemporânea (FMC) que possibilitou a compreensão de fenômenos que a física clássica não conseguia. Com isso, tornou-se possível o desenvolvimento de inúmeras tecnologias que facilitaram o cotidiano do ser humano (MELHORATO, 2012).

Estamos direta ou indiretamente envolvidos em nossa sociedade com tais tecnologias, pois ouvimos música digitalizada, manuseamos computadores, que se fundamenta nos conceitos físicos para explicar os elementos semicondutores, a iluminação pública de nossas cidades contam com fotosensores, as usinas nucleares são utilizadas cada vez mais na produção de energia em muitos países, fósseis e objetos antigos são datados através de contadores radioativos, o laser tem revolucionado as técnicas cirúrgicas. Mesmo os fenômenos espontâneos como a luz emitida pelo sol e estrelas, podem ser mais bem compreendidos com base nos conceitos de FMC.

Dentre os assuntos que fazem parte da FMC se encontra o efeito fotoelétrico, explicado por Albert Einstein, cujos conceitos são aplicados aos princípios de funcionamento do sistema de iluminação pública, por exemplo. Neste caso um dos componentes do sistema é o chamado LDR (Light Dependent Resistor) ou fotoresistor que é um dispositivo com uma resistência que varia de acordo com a quantidade de luz que incide sobre sua superfície, assim com a luz do dia o LDR fica com baixa resistência e permite a passagem de corrente elétrica dentro do dispositivo, criando um campo eletromagnético que faz com que a lâmpada permaneça apagada. A noite sem a luz solar a resistência do LDR torna-se baixa e assim deixa de restringir o acionamento do sistema de acendimento da lâmpada. Outras aplicações do efeito fotoelétrico podem ser evidenciadas no controle automático de portas de elevadores, ou da entrada de shoppings e de esteiras de supermercados. Neste caso um feixe de luz, ao ser interrompido, aciona um sistema automático que abre a porta ou movimentada a esteira.

O Laser é basicamente um amplificador óptico e sua criação só foi possível após o entendimento das propriedades quânticas da luz. O raio laser é um tipo de radiação eletromagnética não ionizante, monocromática, ou seja, os fótons são emitidos em apenas uma frequência eletromagnética, gerando raios luminosos com uma única cor. Deste modo como é focalizada a luz do laser em uma área muito pequena, isto permite utilizar o laser para aquecer ou cortar regiões localizadas. Esses feixes de luz podem ser facilmente direcionados através de espelhos e conduzidos por fibras óticas, sendo capazes também de transportar informações. Dependendo o tipo de laser, podem-se gerar pulsos intensos de luz com curta duração, com alta concentração de energia, podendo ser utilizado como bisturi ou como ferramenta de corte de alta precisão. A luz monocromática dos lasers produz oscilações na corrente elétrica o que permite converter sinais luminosos em som, como um leitor de CD ou DVD por exemplo.

Uma aplicação comum do laser é como leitor de códigos de barra que todos em algum momento já o viram sendo utilizados nos supermercados, por exemplo. Geralmente existe uma etiqueta, fixada nos produtos, com várias barras pretas separadas por espaços em branco. Ao passar essa etiqueta por uma máquina leitora, que emite raios lasers, os quais incidem sobre as faixas sendo refletidos ou não de volta. A luz refletida da faixa branca representa o número zero e a faixa preta por não refletir luz corresponde ao número um. Essas informações fazem parte de um sistema de códigos binários, onde o número lido corresponde ao número de controle do produto, a partir daí o computador processa as informações e lista o preço correspondente ao produto.

A partir dos estudos da Física Quântica surgiram novas possibilidades de aplicações dos conceitos para o desenvolvimento de tecnologias, uma delas é a chamada nanotecnologia, que embora ainda esteja na infância já gerou uma explosão na indústria comercial de revestimentos químicos (KAKU, 2012). São pulverizadas finas camadas de substâncias com apenas algumas moléculas de espessura sobre algum produto comercial e é possível torná-lo mais resistente a ferrugem ou mudar suas propriedades óticas. Nesta mesma linha existem outras aplicações comerciais como roupas a prova de manchas, telas de computador aperfeiçoadas, ferramentas de alta resistência para corte de metais e revestimentos que nunca arranham. Em um futuro muito próximo se prevê que estas

tecnologias podem ser aplicadas em produtos comerciais com microrevestimentos que melhorarão seu desempenho.

A chamada realidade aumentada, que consiste em lentes ou óculos que são capazes de fazer desaparecer objetos ou enviar informações conectadas a internet diretamente ao cérebro estão sendo desenvolvidas e obtendo grandes avanços na Universidade de Keio, no Japão e já apresentam inúmeras aplicações comerciais. Virtualmente todas as tarefas podem ser enriquecidas pela realidade aumentada, por exemplo, ao visitar uma exposição ou museu, o visitante estará passeando pelo local e recebendo informações sobre cada obra ou produto exposto, terá também um guia virtual para lhe auxiliar. Se estiver visitando uma cidade antiga, por exemplo, poderá ver a reconstrução completa de todos os prédios e monumentos. Ao dirigir um carro ou pilotar um avião você poderá ter uma visão de 360° ao seu redor, pois seus óculos lhe permitirão ver através das paredes, teto e abaixo de seus pés.

Essas tecnologias ainda estão em desenvolvimento, mas assim como os celulares ou computadores portáteis que eram algo impensável a cinquenta anos e, hoje, são tão comuns e indispensáveis, em pouquíssimos anos poderemos, e certamente iremos, utilizar óculos com realidade aumentada.

Hoje é possível nos guiar por cidades ou lugares desconhecidos utilizando as informações de um aparelho de GPS (Global Position System) que foi proposto e desenvolvido nos anos 70 pelo Departamento de Defesa Norte-americano inicialmente para fins militares. Devido as suas aplicações e benefícios passaram a ser utilizados largamente e acessíveis a todos. O sistema funciona basicamente triangulando as informações de quatro satélites para indicar a posição. No entanto como os satélites se encontram muito acima da superfície terrestre e a sua velocidade orbital é elevada, os efeitos da relatividade são muito evidentes, particularmente na medição do tempo e provocam erros nas indicações das posições. No entanto, a tecnologia utilizada atualmente é capaz de minimizar esses erros graças à teoria da relatividade formulada por Einstein.

Os conceitos elucidados pela FMC estão presentes em nosso cotidiano, fundamentando o desenvolvimento das tecnologias que nos são disponibilizadas como produtos que irão beneficiar a sociedade dependendo da sua utilização. Tanto a ciência quanto as tecnologias são produtos que podem ser utilizados “para o bem ou para o mal”, sendo a sociedade a única responsável pelo seu uso, já que, em princípio, a tecnologia

responderia apenas a critérios de utilidade e eficácia e nada teria a ver com os sistemas políticos ou sociais. O fato é que tanto a ciência quanto a tecnologia estão presentes na sociedade e não se pode permanecer alheio a elas.

3 METODOLOGIA

Apresenta-se a seguir os procedimentos metodológicos utilizados para o desenvolvimento deste trabalho, para avaliação e relato dos resultados obtidos.

3.1 METODOLOGIA DE PESQUISA

A pesquisa realizada classifica-se como qualitativa e participante. Qualitativa porque a análise foi realizada de forma descritiva e, segundo a interpretação do pesquisador, e participante porque o pesquisador foi quem atuou como professor na aplicação da proposta de ensino.

Segundo Gerhardt e Silveira (2009) os métodos qualitativos buscam explicar o porquê das coisas, exprimindo o que convém ser feito, mas sem grande enfoque na quantificação de valores. Os dados analisados são não-métricos (suscitados e de interação) e se valem de diferentes abordagens. Na pesquisa qualitativa, o participante é, ao mesmo tempo, o sujeito e o objeto de suas pesquisas.

Esse tipo de pesquisa parte do pressuposto de que as informações e opiniões não podem ser traduzidas somente em números, ou pela aplicação de métodos e técnicas estatísticas, tais como ocorre numa pesquisa quantitativa (HAMMES, 2010). Numa pesquisa qualitativa, a fonte de dados é o próprio ambiente natural e o pesquisador o elemento chave, uma vez que este analisa os dados de forma indutiva e descritiva.

Quanto aos procedimentos técnicos, classifica-se uma pesquisa como participante, pois esta se desenvolve a partir da interação entre os membros da situação investigada e o pesquisador (SILVA; MENEZES, 2001).

Os dados dessa pesquisa foram coletados a partir da realização de uma oficina pedagógica sobre conceitos de Física Moderna e Contemporânea em uma escola da rede estadual de ensino no centro da cidade de Correia Pinto, próxima a Lages - SC. Esta escola possui 778 alunos matriculados em 2013 e conta com boa estrutura física, dispondo de 25 salas de aula, laboratório de informática equipado, sala de audiovisual, ginásio de esportes e um laboratório básico de química e física. Os alunos participantes da oficina pedagógica, em sua maioria, possuem computador em casa e têm acesso a internet. Em relação ao nível

sociocultural, todos moram nos bairros centrais da cidade e a renda familiar média está acima de um salário mínimo.

Quanto aos professores, principalmente nas áreas de ciências e matemática, a escola apresenta atualmente algumas deficiências, pois não possui professor efetivo para a disciplina de Física desde 2011 e vários professores do quadro estão afastados. Tem-se assim, uma alta rotatividade de professores que são admitidos em caráter temporário (ACT).

Tanto os alunos quanto os professores da referida escola apresentam em média boa condição social e o índice de evasão escolar é baixo. Existe uma boa sistemática disciplinar na escola com poucos desvios de conduta dos alunos.

Para a aplicação das atividades, foram realizados quatro encontros com duração de quatro horas cada, somando assim uma carga horária total de dezesseis horas. A oficina foi realizada nos dias 08, 15, 22 e 29 de maio de 2013 no horário da tarde, pois os alunos participantes frequentavam regularmente as aulas nos horários da manhã ou da noite, na referida escola.

Para a participação na oficina, foram convidados alunos de 1º, 2º e 3º anos do Ensino Médio (ver apêndice F), com vaga para no máximo vinte (20) participantes. Não foi feita uma limitação de número de participantes quanto ao gênero ou série, sendo formada a turma por ordem de inscrição, o que proporcionou uma diversidade de idades, e conhecimentos na turma.

Os alunos foram convidados a participar das aulas, ou seja, não teriam nenhuma recompensa a não ser o conhecimento. O convite foi estendido a todas as turmas do Ensino Médio, tendo em vista que o conteúdo a ser trabalhado não fazia parte do cronograma de ensino dessas turmas e pelo seu caráter conceitual não apresentava dificuldade matemática em ser trabalhado com alunos do primeiro ao terceiro ano do Ensino Médio.

Visando verificar previamente a visão, opinião, entendimento e curiosidades dos alunos de Ensino Médio, referente a algumas questões sobre ciência, FMC, e as tecnologias presentes na sociedade, foi elaborado e aplicado, um pré-teste (ver apêndice D), contendo um total de vinte questões, entre fechadas e abertas, sobre os referidos assuntos, pois a influência crescente desses conceitos para o entendimento do mundo criado pelo homem atual, bem como a inserção consciente, participativa e modificadora do cidadão neste

mesmo mundo define, por si só, a necessidade de debatermos e estabelecermos as formas de abordar tais conteúdos na escola de 2º grau (TERRAZZAN, 1992).

Este pré-teste foi elaborado levando em conta os objetivos da pesquisa em analisar os conhecimentos prévios dos alunos relacionados com a Física Moderna e Contemporânea (FMC). Com isso, entender o quanto os alunos do Ensino Médio conhecem sobre conceitos de FMC que estão presentes em muitas das tecnologias que estes utilizam em seu cotidiano e as informações disponíveis atualmente nos meios de comunicação que os alunos têm a seu dispor sobre ciência e tecnologia apresentadas na escola. Verificar, também, o interesse ou curiosidade dos alunos em ampliar o entendimento sobre assuntos como raio X, energia nuclear, energia solar, dentre outros.

Outro ponto relacionado ao pré-teste é verificar se os alunos possuem entendimento, mesmo que básico, sobre teorias científicas elaboradas nos últimos séculos, como a teoria da relatividade, efeito fotoelétrico, dentre outras, as quais podem ter ouvido falar em suas aulas ou através de outros meios (noticiários, revistas, internet, etc.).

Neste trabalho será utilizado o método de Análise de Conteúdo para analisar os dados obtidos na pesquisa, pois o método apresenta-se como uma ferramenta para a compreensão da construção de significado que os atores sociais exteriorizam nos seus discursos, o que permite ao pesquisador o entendimento das representações que o indivíduo apresenta em relação a sua realidade e a interpretação que faz dos significados a sua volta (SILVA, 2005). A análise de conteúdo permite uma concepção crítica e dinâmica dos conteúdos da linguagem seja ela verbal (oral ou escrita), gestual, figurativa, documental ou diretamente provocada. Estes dados serão avaliados de forma qualitativa, levado em consideração todos as informações obtidas durante a pesquisa.

3.2 METODOLOGIA DE ENSINO

3.2.1 A estratégia *Hands-on-Tec*

Desde 2011, o grupo de pesquisa Mídias e Educação, no qual o autor desta pesquisa está inserido, tem desenvolvido pesquisas fomentadas pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), relacionadas ao uso de laptops educacionais na educação básica. Nessas investigações, constatou-se a necessidade de contribuir com estratégias de ensino que corroborem o uso, com fluência e crítica pelos

docentes e alunos, dos *laptops* e outras TIC no processo de ensino e aprendizagem, na área de Ciências Naturais e Matemática (CNMT), onde o autor deste trabalho foca, em especial, a física.

Os resultados das investigações culminaram na elaboração de uma estratégia pedagógica com vistas a contribuir com as práticas de ensino mediadas pelo uso de computadores, *laptops* e *tablets*, aplicadas ao ensino de Ciências Naturais e Matemática (CNMT). Deste modo, foi proposto o uso da *Hands-on-Tec* (ROSA; SILVA, 2012), que é uma adaptação da Técnica *Hands-on* (CHEVALÉRIAS, 2002) em conjunto com a teoria de Resolução de Problemas (RP) e a utilização das TIC com enfoque nas Tecnologias Educacionais (TE)⁵.

A técnica *Hands-on*, cuja tradução em português seria “mãos na massa”, foi criada para contribuir com a inovação do ensino de Ciências, com o propósito de dar oportunidade à criança de ter um primeiro contato com esse campo do conhecimento, levando-a a observar, manipular, registrar e refletir sobre determinados fenômenos. Neste sentido, a Ciência deve ser vivida para ser entendida (CHEVALÉRIAS, 2002).

A técnica supracitada consiste em desenvolver competências que compreendem: a observação, a investigação, o registro e a discussão. Por meio dela, durante a realização do trabalho científico, o aluno constrói progressivamente competências de linguagens, tanto orais como escritas, ao mesmo tempo em que elabora o seu raciocínio. Assim, o professor poderá estimular os alunos na sala de aula a discutirem em grupos, ações que poderão solucionar um determinado problema de ciências.

No sentido acima, ROSA (2012) propôs uma extensão da *Hands-On*, a qual denominou *Hands-on-Tec* (mãos na tecnologia) cujo objetivo principal é favorecer a aprendizagem de CNMT apoiadas por tecnologias educacionais.

O foco principal da *Hands-on-Tec* é a aprendizagem do conteúdo programático desenvolvido pelo professor. Esta estratégia pedagógica considera, assim como o Conselho de Altos Estudos e Avaliação das Tecnologias de Comunicação e Informação digitais, que sua imersão na educação (BRASIL, 2008): (a) conduz ao desenvolvimento de uma cultura digital, que favoreça a ampliação da interação por meio de uma multiplicidade de linguagens e potencializa a inclusão digital da comunidade escolar e da família; (b)

⁵ Consideramos as TE como, por exemplo, computadores, laptops, tablets, ipods, celulares e similares.

promova a equidade social, considerando as novas habilidades e competências exigidas pela era digital; (c) amplie o campo de aprendizagem individual para a aprendizagem coletiva e também favorece a capacidade de aprender a aprender; (d) amplie o tempo e o espaço de aprendizagem favorecidos pela mobilidade e, concomitantemente, o desenvolvimento da autonomia na aprendizagem a qual favorece a educação por toda a vida, defendida pela UNESCO (DELORS, 1998); (e) constitua múltiplas formas de comunicação que favorecem a interculturalidade, o trabalho colaborativo e cooperativo, a autoria, a co-autoria de alunos e professores e (f) promova a passagem de uma aprendizagem individual (onde o aluno aprende a partir de sua interação com o conteúdo) para uma aprendizagem colaborativa (em que o aluno aprende através das relações com seus pares e também por meio de suas interações com conteúdo, recursos didáticos digitais, etc.).

No contexto acima, considera-se que a portabilidade das Tecnologias Educacionais, principalmente as móveis, incluindo os *laptops*, pode favorecer a aprendizagem autônoma e colaborativa dentro e fora da sala de aula, haja vista a dinâmica que o seu uso pode estabelecer entre os alunos diante das situações de aprendizagem estabelecidas por professores.

A sequência para a realização de uma atividade *Hands-on-Tec*, divide-se em três fases distintas: (1) a primeira, formada pela apresentação, problematização, levantamento de hipóteses e experimentação; (2) a segunda, discussão em um grande grupo, relatando as hipóteses e as dificuldades enfrentadas para realizar o experimento e a solução encontrada e, a contextualização com o professor; a (3) terceira fase composta de duas etapas: (a) o uso das TIC, que inclui a pesquisa na internet e (b) relatório individual, que segue passos de Resolução de Problemas (RP), elaborado nos *laptops* em *softwares* de edição de texto, de edição de imagens, de apresentação, de edição de vídeos, etc (SOUZA, 2004).

Para iniciar a aula, na primeira fase, propõem-se que o(a) professor(a) apresente a atividade, o título e uma descrição prévia para despertar o interesse dos alunos. Enfatiza-se a importância de valorizar a compreensão da atividade, pelos alunos, durante todo o processo. A emissão de hipóteses é justificada abaixo:

–A *problematização* é o momento em que o professor apresenta situações e/ou fenômenos conhecidos dos alunos para que, em diálogo, possa explorar incentivar suas

expressões e opiniões. Assim, apresenta aos alunos uma questão-problema e pergunta à eles qual seria a melhor forma de resolvê-la.

–A *elaboração de hipóteses*, é a etapa pelo qual os alunos discutem e formulam suas ideias sobre como podem resolver a questão-problema. O que é preciso fazer ou acontecer para a questão-problema ser solucionada? Para alcançar a resposta, os alunos irão utilizar suas concepções na elaboração de suas hipóteses e, somente depois, buscar os conceitos científicos envolvidos na solução.

–A *experimentação* ocorre para que os alunos possam manipular os materiais e testarem suas hipóteses. Se nenhuma for correta, discutem e testam outras ideias para atingir a solução correta. Durante a realização do experimento, o professor orienta os alunos a utilizarem os computadores, *laptops*, *tablets*, dentre outros, para registrarem este momento, filmando ou fotografando. O registro é importante nessa etapa, pois será utilizado novamente quando for elaborado o relatório final. A experimentação também estimula a curiosidade dos alunos e, conseqüentemente, a motivação individual e do grupo. Assim, a experimentação também contribui na elaboração de “novas” hipóteses e, na explicitação de suas concepções prévias. No papel de mediador, o professor não fornece respostas às questões levantadas pelos alunos, mas explora e amplia os questionamentos, para que os alunos reformulem seus conhecimentos.

Na segunda fase, o professor reúne os alunos em um grande grupo, orienta-os a relatarem as hipóteses que possuíam antes do experimento, quais dificuldades enfrentaram para realizar o experimento e como conseguiram resolver o problema inicial. Momento em que os alunos aprendem com os colegas, o professor aborda as ideias errôneas, socializam as dificuldades e discutem o porquê destas e, principalmente, todos chegam à solução do problema apresentado, ou seja, como foi possível resolver. É importante focar a colaboração dos colegas entre si na atividade. Ao concluir esta fase, o professor deve contextualizar o experimento, exibindo um vídeo que apresente uma situação do cotidiano que tenha semelhança com conceitos do experimento realizado.

A terceira fase se destaca pelo uso das TIC. Numa primeira etapa, (a) inclui a pesquisa na internet. Assim, os alunos buscam ampliar os conhecimentos já discutidos no pequeno e grande grupo. Registram suas descobertas em relação ao problema inicial, discutem com os colegas da equipe e iniciam o relatório que envolve a resolução do

problema. Em seguida, (b) os alunos são orientados a elaborarem um relatório individual seguindo os passos da Resolução de Problemas (RP) (SOUZA, 2004), elaborado nos computadores, *laptops* ou *tablets* e apresentado ao grande grupo, como segue:

–Título da atividade. Os alunos podem utilizar o mesmo título da atividade apresentada ou modificar, conforme suas justificativas.

–Aponte suas hipóteses. Elas dependem da compreensão do problema. Os alunos devem transitar pelos conhecimentos científicos, sugerindo possibilidades, apontando as grandezas científicas, leis e princípios necessários. A formulação de hipóteses faz surgir ideias errôneas, permitindo ao professor tratá-las no momento adequado, no grande grupo, ao relatarem as hipóteses. “A partir das hipóteses podemos analisar os resultados e nos aproximarmos das características do trabalho científico” (SOUZA, 2004, p. 153)

–O que temos e o que queremos. Ao reconhecer os conhecimento científicos envolvidos, leis e princípios, o que possui e o que busca, está desenvolvendo habilidades referentes à resolução de problemas.

–Esboçar um esquema da situação. É importante para que o aluno compreenda o problema e visualize-o.

–Descrever a resolução. Descrever a resolução do problema inicial, apontando os conceitos científicos fundamentais na solução. Como se integram os conceitos, leis e princípios científicos?

–O que significa o resultado encontrado. Essa solução explica de forma científica o problema?

Esses momentos da resolução de problemas são essenciais para a aprendizagem, tanto dos conhecimentos como da própria problematização. Porque os alunos também devem aprender estratégias para solucionar outros problemas. Afinal, não é isso que ensinamos na escola? E no cotidiano? Durante a atividade, é necessário que os alunos busquem compreender os conceitos relacionados ao experimento, o significado de palavras, a utilização de fórmulas (se for o caso) e a seleção de vídeos ou imagens que representem as relações com o que está sendo estudado.

Para finalizar a atividade, ainda utilizando as TIC, recomenda-se uma apresentação em grupo sobre os resultados, uma apresentação em um *software* de edição para esta

finalidade, como por exemplo, o *PowerPoint*⁶ ou similares. Pode-se, também, produzir um vídeo do experimento, gravar um *podcast*⁷ sobre o experimento, publicar o resultado e a experiência em um *blog* relacionado ao tema da disciplina ou, ainda, registrar fotos do material e o procedimento para se chegar ao resultado.

Quando se elabora uma atividade pedagógica para o ensino de CNMT, conforme a estratégia *Hands-on-Tec*, leva-se em consideração a clareza na descrição de todas as etapas para que a mesma possa ser aplicada por outros professores. Deste modo, é deixado claro o objetivo da atividade, o que pretende-se ensinar com ela, uma descrição detalhada de como aplicá-la, quais materiais poderá utilizar e de que forma deverá utilizá-los.

A atividade inicia com uma pergunta introdutória, que deve ser um questionamento sucinto direcionado aos professores e alunos acerca do fenômeno que será explorado na atividade. Esta pergunta poderá ser a mesma explorada posteriormente na questão problema que será apresentada aos alunos, ou poderá ser uma síntese dessa questão. É importante o uso de imagens para ilustrar a atividade e despertar o interesse dos participantes.

É preciso que os objetivos da atividade sejam descritos de forma clara, bem como os distintos conteúdos e os possíveis contextos em que podem ser explorados com a atividade.

Deve haver uma descrição detalhada do que irá ocorrer na atividade, utilizando-se para isso imagens ou vídeos ilustrativos, de forma mais direta e sem usar, nesse momento, os conceitos que explicam o fenômeno. Essa descrição se faz necessária, pois alguns professores podem não conhecer, ou mesmo nunca tenham tido a oportunidade de estudar o fenômeno abordado. Assim, as imagens e vídeos ilustrativos juntamente com a pergunta introdutória podem auxiliar na compreensão e exemplificação da situação que irá ocorrer ao decorrer a atividade.

É importante que se tenha uma descrição das teorias que fundamentam os conteúdos a serem trabalhados pois, como citado anteriormente, pode ser que o professor não tenha largo conhecimento do assunto. Podem ser listados também *links* para *sites* que

⁶ Software da Microsoft comumente utilizado para apresentações de trabalhos e informações.

⁷ Nome dado ao arquivo de áudio digital, frequentemente em formato MP3 ou AAC (este último pode conter imagens estáticas e links), publicado na internet podendo ser acessado mediante programas ou sites agregadores.

dão subsídios para os professores alinharem seus conhecimentos sobre o fenômeno. É importante que sejam *sites* com linguagens e níveis de aprofundamento diferentes e previamente analisados quanto a confiabilidade e rigor científico das informações ali contidas. Também é importante ter uma breve descrição do que o *site* traz em relação à situação em questão, para facilitar a busca e direcionar o professor.

Os materiais necessários para cada grupo de alunos realizarem a atividade proposta deve ser listado, bem como a sugestão de outros materiais alternativos que podem ser utilizados, caso não se tenha à disposição os materiais solicitados.

Outro ponto de grande relevância é a análise no nível escolar em que a atividade deve ser aplicada. Porém, isso não impede que uma atividade seja aplicada em anos escolares anteriores ou posteriores a sugerida, pois existe um dinamismo quanto ao nível dependendo do grau de desenvolvimento de cada turma.

Após elaborada a atividade é só aplicá-la, tendo cuidado para seguir as três etapas sugeridas e tendo sempre o cuidado de não dar respostas prontas aos alunos e sim buscar despertar as pesquisas e fomentar a formulação de perguntas, para que os alunos cheguem às respostas pelos seus próprios meios, sempre orientados pelo professor.

É indispensável que os objetivos, materiais, etapas, carga horária, público, experimentos, etc., estejam claros para que a atividade possa ser conduzida com êxito. É importante que o professor, ao aplicar a atividade, tenha uma visão de melhoria contínua, anotando os pontos positivos e pontos de dificuldade para que a atividade possa ser melhorada. A forma de aplicação pode sofrer alterações dependendo do andamento da turma e a autonomia está na mão do professor.

Visando orientar os professores quanto ao desenvolvimento e aplicação da estratégia *Hands-on-Tec*, o grupo de pesquisa Mídias e Educação com a participação do autor dessa pesquisa, desenvolveu uma *Web Site* que se encontra no endereço eletrônico www.handstec.org. A *web site* foi desenvolvida com foco no professor, onde encontram-se mais de cinquenta atividades de CNMT adaptadas à estratégia *Hands-on-Tec*, que ficam arquivadas a disposição para serem utilizadas em sala de aula, servindo, também, como uma biblioteca *online* de atividades de CNMT.

Muitas das atividades que lá se encontram foram desenvolvidas pelos próprios professores das áreas de CNMT da rede estadual de ensino, que participaram de três

oficinas oferecidas pelo grupo de pesquisa supracitado nas cidades de Tubarão, Brusque e Agrolândia, todas no Estado de Santa Catarina.

3.2.2 Sequências didáticas sobre Física Moderna e Contemporânea

Para a aplicação da estratégia *Hands-on-Tec* como proposta de ensino, foi elaborado uma sequência didática composta de três atividades de FMC para serem aplicadas ao decorrer das quatro aulas que compuseram a oficina pedagógica de FMC no ensino médio.

As atividades foram elaboradas em etapas, onde cada uma está ligada com a outra, obedecendo uma sequência, com o objetivo de tornar mais eficiente o processo de aprendizagem. Segundo Wanderley (2012), as Sequências Didáticas são instrumentos que podem guiar professores, propiciando intervenções sociais, ações recíprocas dos membros dos grupos e intervenções formalizadas nas instituições escolares, tão necessárias para a organização da aprendizagem em geral e para o progresso de apropriação de gêneros em particular.

As sequências didáticas foram elaboradas seguindo as fases propostas pela estratégia *Hands-on-Tec*, acima citada. O conteúdo das atividades foi organizado de forma a auxiliar os alunos no processo de aprendizagem sobre o átomo e a luz, partindo do estudo das escalas.

No primeiro encontro após a apresentação da oficina, dos participantes e do cronograma, foi realizado o pré-teste com os alunos e aplicado a atividade sobre o estudo das escalas, no segundo encontro foi aplicada a atividade sobre o estudo do átomo, no terceiro encontro realizado o estudo da luz e no quarto encontro o momento das apresentações de cada grupo sobre os assuntos e conceitos discutidos ao decorrer dos três primeiros encontros. Todo esse cronograma foi apresentado no primeiro encontro da oficina para alunos, para que esses tivessem uma visão clara de como deveriam trabalhar, bem como, o que deveriam apresentar ao final.

Em seguida, será descrito e explicado o conteúdo de cada atividade levando em consideração a estratégia de ensino proposta pelo professor e pesquisador que foi iniciar estudando as escalas para depois chegar até a dimensão do átomo, e posteriormente entender o que é a luz e como esta se origina.

3.2.2.1 Estudo das escalas

A atividade para estudo das escalas (ver apêndice A) tem como pergunta introdutória, qual é a menor medida? Isso, para despertar a curiosidade dos alunos em relação aos estudos das escalas de medida dos objetos apresentados. A pergunta é apresentada de forma genérica, sem muitos detalhes, justamente para despertar a curiosidade dos alunos em relação a atividade. Esta pergunta pode remeter a inúmeros sentidos de medida ou de objetos e isso poderá fazer com que o aluno imagine quaisquer medidas ou formas de medição, baseado em seus conhecimentos prévios, pois todos em algum momento já necessitaram medir algo ou observaram alguma pessoa realizando medições.

O objetivo desta atividade é estudar as medidas de comprimento e massa em várias escalas, para que os alunos possam desenvolver a noção de dimensão e cheguem ao entendimento de que existe uma limitação para as medidas exatas obtendo-se, a partir daí, medidas com graus de precisão variados até chegar à escala atômica e a definição da menor parte da matéria. Desta forma pretende-se desenvolver os conhecimentos prévios dos alunos sobre escalas de medida, para que sirvam de subsunçores no processo de ancoragem dos novos conceitos a respeito de dimensões microscópicas, obtendo-se, assim, uma aprendizagem significativa.

Na atividade foram selecionadas informações disponíveis na *internet* em *sites* previamente analisados, sobre unidades de medida, conceitos sobre medições, equipamentos para medições *online* e muitas outras informações que podem auxiliar o professor, posteriormente, no esclarecimento de dúvidas dos alunos. É muito importante a seleção prévia desses *sites* levando em consideração se as informações são fidedignas, se os mesmos tem uma boa apresentação e se seus conteúdos são didaticamente apresentados, podendo contribuir positivamente no entendimento dos conceitos da atividade, pois estes servirão de auxílio não só para os professores que forem aplicar a atividade, mas também para os alunos que poderão utilizá-los como fonte de pesquisa.

3.2.2.2 Estudo do átomo

A próxima atividade da sequência é intitulada Estudo do Átomo (ver apêndice B) e tem como pergunta introdutória a seguinte questão: qual é a forma de um átomo? O

objetivo da atividade é estudar a evolução dos modelos atômicos ao longo dos tempos e as suas interações entre núcleo e eletrosfera.

Como nesta atividade será trabalhada a evolução dos modelos atômicos, para que os alunos tenham conhecimento das diferentes representações adotadas para o átomo é importante saber o que os alunos conhecem a respeito das representações do átomo e proporcionar a discussão entre eles sobre esta questão antes de trabalhar os conceitos.

Nesta atividade o professor apresenta as seguintes questões: (a) como você representaria o átomo? (b) será que o átomo realmente é a menor parte da matéria?

Na atividade existe um detalhamento da teoria que envolve a evolução dos modelos atômicos para auxiliar o professor na aplicação da mesma. São apresentadas imagens ilustrativas e *sites* que contêm informações sobre o assunto, que poderão posteriormente servir de orientação aos alunos.

3.2.2.3 Estudo da luz

Após ter estudado as escalas de medida e a evolução dos modelos atômicos, o próximo passo é entender como se forma a luz. Para isso a última atividade pedagógica da sequência é denominada Estudo da Luz (ver apêndice C) e tem como objetivo estudar o espectro eletromagnético a partir da luz visível, buscando estabelecer critérios para diferenciar as radiações presentes no espectro eletromagnético, permitindo caracterizá-la através de sua frequência e energia. Como conteúdo para ensino fundamental ou médio, possibilita um melhor entendimento das relações entre radiação e energia do espectro eletromagnético, principalmente da luz visível, dando uma ideia conceitual sobre conteúdos da Física Moderna e Contemporânea.

A atividade “Estudo da Luz” consiste em levantar hipóteses sobre questões relacionadas ao espectro eletromagnético a partir da análise da chama de uma vela, pelos alunos. Os materiais necessários são uma vela para cada grupo, palitos de fósforo, prato para servir de suporte para a vela, lápis de cor e folha para que os alunos desenhem a chama da vela.

Ao final, das atividades os alunos registram todos os dados, hipóteses, experimentos, comprovações e conclusões que irão fazer parte de seu relatório individual e também da apresentação elaborada pelo grupo.

Conforme cronograma elaborado para a aplicação dessas atividades, no último

encontro dá-se as apresentações dos grupos e entrega de relatórios. Para a apresentação, os alunos têm total liberdade quanto a utilização de materiais, podendo utilizar as TIC, como por exemplo, simuladores, informações de sites, animações disponíveis na internet, impressão com fotos ou desenhos do experimento, vídeos e outras tecnologias.

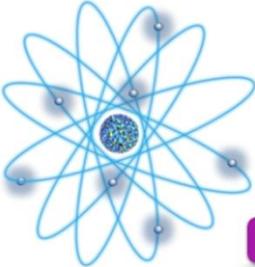
Todas as três atividades elaboradas e aplicadas como sequência didática podem também ser utilizadas separadamente como unidade didática. Estas foram elaboradas visando aplicação a partir do 9º ano do ensino básico, não havendo restrições quanto ao ano. Cada professor pode aplicá-las conforme suas necessidades pedagógicas, pois as atividades possuem um dinamismo quanto a aplicação, sendo que, se o professor considerar necessário, pode fazer alterações na atividade ou até mesmo aplicá-la em partes separadas. Outra forma de aplicação é a de complemento ou introdução as aulas regulares.

Durante a elaboração e desenvolvimento da pesquisa, o autor criou um *webfólio* específico para postar informações sobre a aplicação da estratégia *Hands-on-Tec*, atividades aplicadas, resultados obtidos e demais informações que constam nesse trabalho. O *webfólio*, conforme ilustrado na figura 2. Este estará em constante desenvolvimento com o intuito de auxiliar outros professores que desejarem utilizar estas atividades. Lá se encontram, também, dicas de simuladores para auxiliarem no ensino de conteúdos de FMC e Física Clássica, textos sobre o assunto, bem como links para sites de pesquisa educacional. O *webfólio* esta disponível no endereço eletrônico www.fcandidopereira.wix.com/fisicamoderna.

Figura 2 – Imagem do webfólio Física Moderna e Contemporânea no Ensino médio

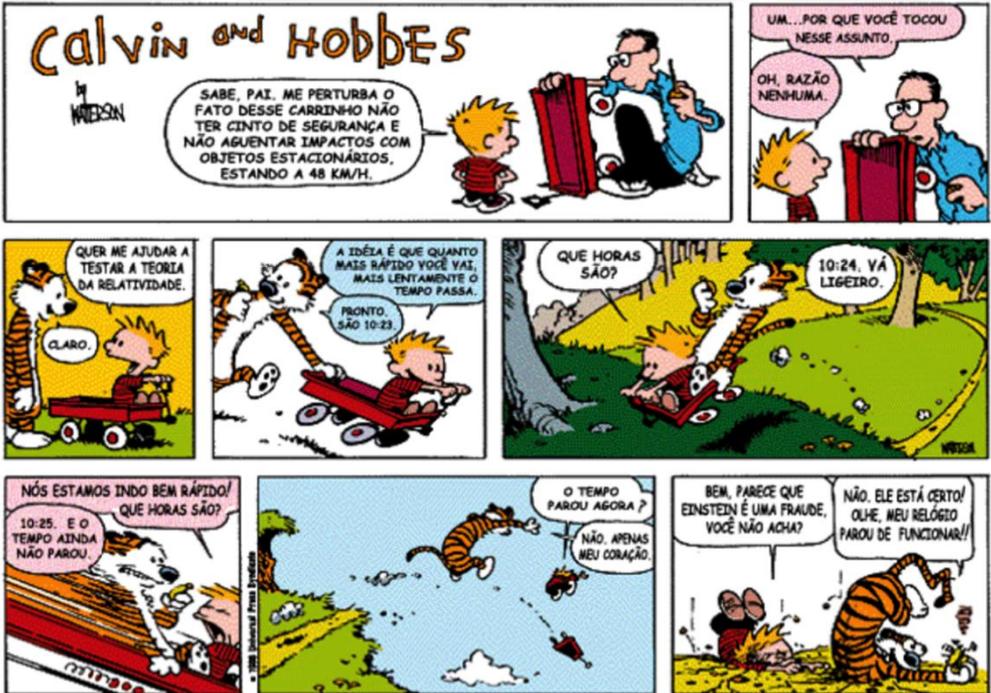
Webfólio construído como produto educacional apresentado ao Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática - Fundação Universidade Regional de Blumenau - (FURB) SC

FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO




Mecânica Quântica Relatividade

Início Sobre o site História da FMC Aplicações da FMC Simuladores Unidades Didáticas TEXTOS



Calvin and Hobbes
by WILSON

SABE, PAI, ME PERTURBA O FATO DESSE CARRINHO NÃO TER CINTO DE SEGURANÇA E NÃO AGUENTAR IMPACTOS COM OBJETOS ESTACIONÁRIOS, ESTANDO A 48 KM/H.

UM...POR QUE VOCÊ TOCOU NESSE ASSUNTO.
OH, RAZÃO NENHUMA.

QUER ME AJUDAR A TESTAR A TEORIA DA RELATIVIDADE.
CLARO.

A IDÉIA É QUE QUANTO MAIS RÁPIDO VOCÊ VAI, MAIS LENTAMENTE O TEMPO PASSA.
PRONTO, SÃO 10:23.

QUE HORAS SÃO?
10:24. YÁ LIGEIRO.

NÓS ESTAMOS INDO BEM RÁPIDO! QUE HORAS SÃO?
10:25. E O TEMPO AINDA NÃO PAROU.

O TEMPO PAROU AGORA?
NÃO, APENAS MEU CORAÇÃO.

BEM, PARECE QUE EINSTEIN É UMA FRAUDE, VOCÊ NÃO ACHA?
NÃO, ELE ESTÁ CERTO! OLHE, MEU RELÓGIO PAROU DE FUNCIONAR!!

Links

FURB CENTRO UNIVERSITÁRIO facVest UNIPLAC SciELO periodicos CNPq SED

Geometria Não-Euclidiana CAPEs f t

Autor: Prof. Fernando Candido

Orientador: Prof. Dr. Elcio Schuhmacher

Contato: fcandidopereira@yahoo.com.br

Fonte: www.fcandidopereira.wix.com/fisicamoderna

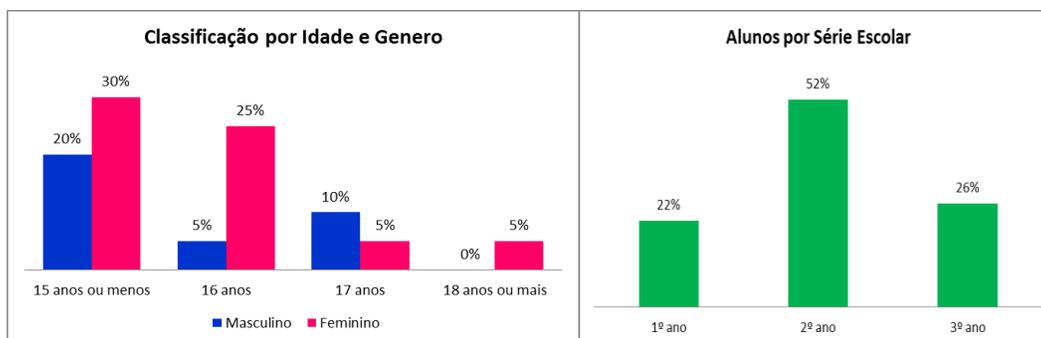
4 ANÁLISES E RESULTADOS

4.1 ANÁLISE DO PRÉ-TESTE

Em virtude do objetivo que era analisar os conhecimentos prévios dos alunos sobre conceitos de FMC e a percepção destes com a tecnologia, bem como suas influências na sociedade, foi aplicado um pré-teste (ver apêndice D) aos vinte participantes da Oficina de Física Moderna já no primeiro encontro. Os dados obtidos a partir das questões do pré-teste são analisadas a seguir.

Questão 01 e 02: As duas primeiras questões focaram no mapeamento do gênero e da faixa etária dos alunos. Os resultados estão dispostos conforme gráficos a seguir.

Gráfico 1 – Classificação dos alunos por gênero e série escolar



Constatou-se que 50% do público participante encontra-se na faixa etária com 15 anos ou menos sendo que, a maioria (65%), pertence ao gênero feminino. Houve também uma diversidade em termos de ano escolar dos participantes, sendo que a maioria cursa o 2º ano do ensino médio. Isso torna a turma muito rica em conhecimentos e curiosidades, pois alguns alunos estão iniciando o Ensino Médio e outros já estão finalizando. Deste modo, espera-se que os saberes escolares também sejam diferenciados.

O convite para a participação na oficina foi estendido a todos os alunos do ensino médio, regularmente matriculados nos períodos da manhã e da noite. Com base nisso e na análise do pesquisador, a partir das conversas e comentários durante as aulas, pode-se levantar a hipótese de que os alunos desta escola em questão, com idades de 16 anos ou menos e que cursam os primeiros anos do ensino médio, apresentam maior interesse em

estudar novos conceitos relacionados à ciência, neste caso a FMC, em relação aos mais velhos (17 anos ou mais).

Isso pode ocorrer em função dos alunos do último ano do ensino médio apresentarem desmotivação pelo ensino de física que, segundo Pereira e Aguiar (2002), as escolas brasileiras vêm recebendo, há anos, a crítica por não se realizarem atividades experimentais; o único recurso do professor tem sido ‘saliva e giz’ e, ao aluno, cabe apenas ouvir, copiar e memorizar.

Questão 03: Nesta questão foi solicitado aos alunos que desenhassem um átomo, conforme suas concepções.

Quadro 1 – Representação do átomo pelos alunos no pré-teste

Aluno (a)	Série	Átomo	Aluno (a)	Série	Átomo
Aluna 01 (A1)	1º	3. Desenhe um átomo: 	Aluna 11 (A11)	2º	3. Desenhe um átomo: <i>sem tamanho muito, muito pequeno</i>
Aluno 02 (A2)	1º	3. Desenhe um átomo: 	Aluno 12 (A12)	2º	3. Desenhe um átomo:
Aluna 03 (A3)	1º	3. Desenhe um átomo: <i>Ainda não consegui ver um átomo, mas imagino que seja assim</i> 	Aluna 13 (A13)	2º	3. Desenhe um átomo:
Aluna 04 (A4)	1º	3. Desenhe um átomo: 	Aluna 14 (A14)	2º	3. Desenhe um átomo:
Aluna 05 (A5)	1º	3. Desenhe um átomo: 	Aluna 15 (A15)	2º	3. Desenhe um átomo:
Aluno 06 (A6)	2º	3. Desenhe um átomo: 	Aluno 16 (A16)	2º	3. Desenhe um átomo:
Aluna 07 (A7)	2º	3. Desenhe um átomo: 	Aluno 17 (A17)	2º	3. Desenhe um átomo:
Aluna 08 (A8)	2º	3. Desenhe um átomo: <i>Átomo</i> 	Aluno 18 (A18)	3º	3. Desenhe um átomo:
Aluna 09 (A9)	2º	3. Desenhe um átomo: 	Aluno 19 (A19)	3º	3. Desenhe um átomo:
Aluna 10 (A10)	2º	3. Desenhe um átomo: 	Aluna 20 (A20)	3º	3. Desenhe um átomo:

Com essa questão pretendia-se analisar o grau de entendimento dos alunos quanto a forma representacional de um átomo. Com as respostas, ficou claro que os alunos têm concepções diferentes sobre como representar o átomo. Para os alunos (A1), (A3), (A4) e (A5), o átomo parece ser algo muito pequeno como um ponto, isso talvez por estarem no 1º ano do ensino médio e não terem estudado em detalhes o assunto. Como cita a aluna (A3) “*ainda não consegui ver um átomo, mas imagino que seja mais ou menos assim*”.

Estas representações, dos alunos, estão mais condizentes com o modelo atômico de Dalton, sendo as menores partículas que constituem a matéria, indivisíveis e indestrutíveis e não podem ser transformados em outros, nem mesmo durante os fenômenos químicos. Em alguns momentos, essas representações se confundem com o modelo de Thomson, pois parecem ser divisíveis em algumas pequenas partículas (elétrons) que os alunos não conseguem definir. Ao questionar esses alunos quanto ao significado de suas representações, não souberam defini-las com clareza quanto a divisão ou não do átomo. Segundo Ausubel, isto representa que eles tem alguma noção representacional do átomo mas sem noção conceitual.

Os alunos (A10) e (A15), representaram um átomo como sendo um conjunto de pequenos pontos, muito próximos, formando uma espécie de nuvem esférica, conforme figura 3. Quando questionados quanto ao significado de suas representações, os alunos argumentaram que entendiam o átomo como sendo um “*monte de pequenas bolinhas que se juntam*”, conforme a fala do aluno (A10). Isto mostra que eles têm um conhecimento conceitual não bem estruturado, mas a formulação representacional está condizente com as teorias científicas.

Figura 3 – Representação do átomo pelos alunos A(10) e A(15)

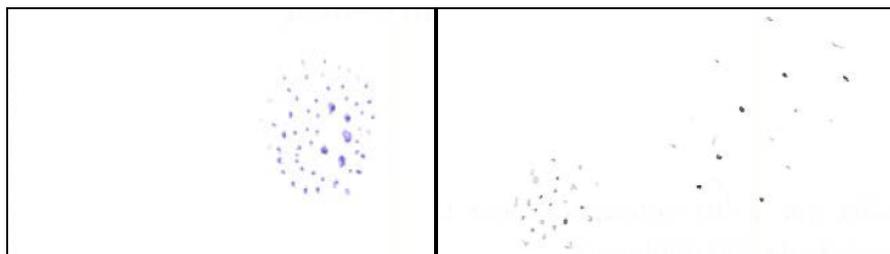
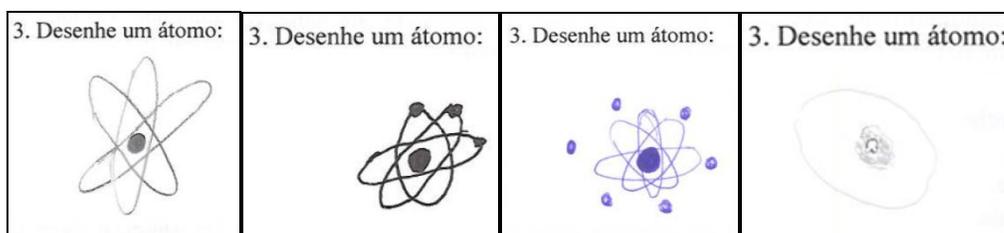


Figura: Oficina pedagógica sobre FMC, 2013

Grande parte dos alunos (50%) utilizou o modelo planetário para representar o átomo, modelo esse com uma ou mais órbitas elípticas ao redor de um ponto central. Alguns alunos desenharam pequenos pontos para representar os elétrons e outros apenas as órbitas. No entanto, quando questionados sobre suas representações, alguns afirmaram, que o átomo era apenas o ponto central do desenho (o núcleo), evidenciando assim a deficiência no entendimento dos conceitos sobre átomo. A(02) “o átomo é o meio e ao redor são elétrons”, A(12) “é por essas linhas que o átomo se movimenta, ele gira por todas elas”. Ver figura 4 a seguir.

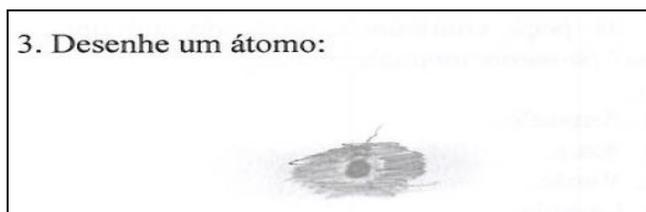
Figura 4 – Representação do átomo pelos alunos A(9), A(12), A(17) e A(14)



Fonte: Oficina pedagógica sobre FMC, 2013

A aluna (A13), do 2ª ano demonstrou, ao ser entrevistada, possuir conhecimento diferenciado dos demais colegas quanto a forma de um átomo. Afirmou que o átomo é composto por um núcleo e a eletrosfera, cujos elétrons orbitam em camadas definidas. No entanto, segundo a aluna, é quase impossível definir o ponto exato dos elétrons, pois estes ficam mudando de posição e órbita constantemente. Conforme sua representação na figura 5. Quando questionada a respeito de seu entendimento, respondeu que havia feito uma rápida pesquisa na internet em relação ao assunto que iria estudar em aula. É muito importante ressaltar que informação rápida não é conhecimento. O conhecimento depende de uma base sólida para contrapor ideias e ter senso crítico. Sua construção se dá de forma permanente. O saber é um processo contínuo que exige muita dedicação (MENDES, 2008).

Figura 5 - Representação do átomo pela aluna (A13)



Fonte: Oficina pedagógica sobre FMC, 2013

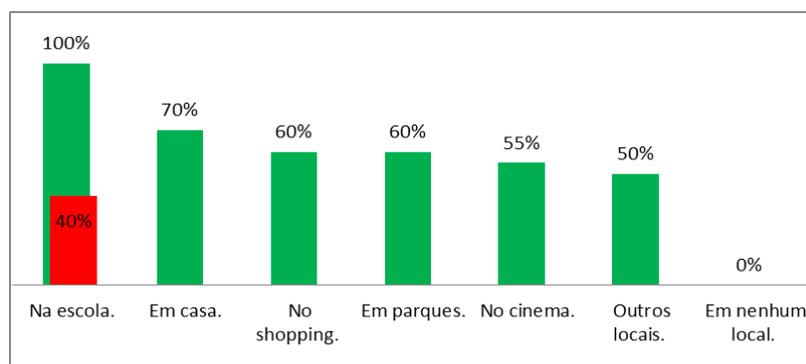
De modo geral, existe uma incoerência entre o que os alunos entendem por átomo, suas representações e os conceitos científicos envolvidos, criando assim uma visão distorcida da ciência. Isso mostra que quando o senso comum se encontra com o conhecimento científico (e geralmente isso ocorre no ambiente escolar), podem existir controvérsias quanto aos conceitos. Saberes que antes eram tidos como certos não o são mais. No entanto, é preciso considerar o conhecimento prévio dos alunos, para que este sirva de subsunçor e possa dar sentido ao desenvolvimento do conceito, juntamente com a interação do processo de aprendizagem.

Questão 04: Que local você consegue perceber relação com os conteúdos de Física?

Esta questão busca entender através das respostas dos alunos, se a física desenvolvida na escola de ensino médio permite aos alunos pensar e interpretar o mundo que os cerca (TERRAZZAN, 1992) proporcionando que estes relacionem os conteúdos estudados com alguns dos fenômenos em seu cotidiano.

As respostas eram fechadas, com as seguintes alternativas: em parques, em shoppings, em casa, na escola, no cinema ou em nenhum lugar, conforme gráfico 2.

Gráfico 2 – Respostas dos alunos a questão número 04 do pré-teste



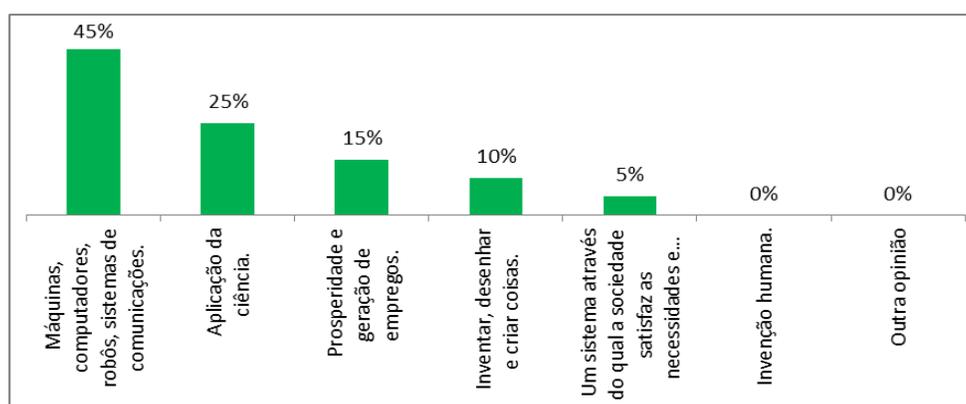
Cem por cento (100%) dos alunos responderam que percebem relação dos conteúdos de Física na escola, a grande maioria percebe relação em todos os outros locais sugeridos, ou seja, todos responderam que percebem relação dos conteúdos de Física em algum local. Nesta análise, o mais preocupante é que 40% dos alunos só percebem relação dos conteúdos de Física na escola e os demais, quando solicitados a citar exemplos de quando percebia essas relações nos locais citados, ou não sabiam afirmar ou respondiam

algo genérico, sem entender quais conteúdos estavam relacionados, demonstrando mais uma vez o desalinhamento entre o conhecimento científico e o senso comum.

Questão 5: O que é tecnologia para você?

Levando em consideração que a tecnologia se constitui de um conjunto de atividades humanas associadas a um sistema de símbolos, instrumentos e máquinas, e assim, visa a construção de obras e a fabricação de produtos, segundo teorias, métodos e processos da ciência moderna (VERASTO, 2008), é importante analisar o entendimento dos alunos quanto a esse assunto.

Gráfico 3 - Respostas dos alunos a questão número 05 do pré-teste

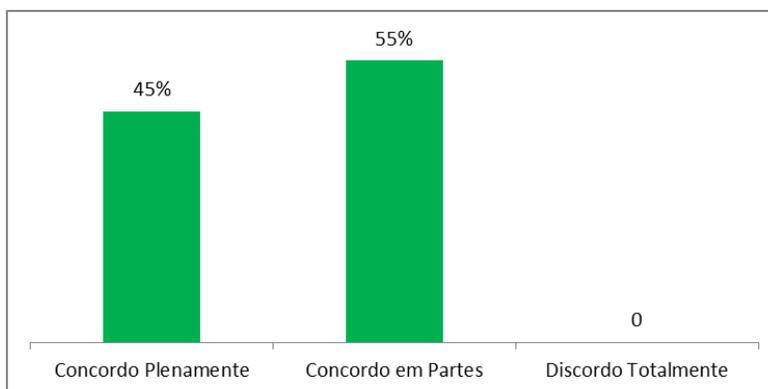


Parte dos alunos (45%) vê a tecnologia como máquinas, computadores, robôs e sistemas de comunicação, conforme gráfico 3, mostrando relacionar a tecnologia aos aparelhos eletrônicos de última geração, relação esta superficial e incompleta por falta de reflexão ou amplitude dos conhecimentos relacionados ao assunto. 25% dos alunos relacionam a tecnologia a aplicações da ciência, provavelmente não percebendo que a tecnologia possui um processo próprio de atuar, ainda que amparado pelos conhecimentos científicos. 15% entende a tecnologia como algo que auxilia a prosperidade e geração de empregos, muito provavelmente, em função de terem interpretação limitada às informações dispostas na mídia (TV, internet, dentre outros) referente a questões sobre o desenvolvimento de novas máquinas e equipamentos industriais. Um em cada dez alunos (10%) apresenta uma interpretação ingênua quanto a tecnologia, relacionando-a a invenção e criação de coisas, sem levar em consideração suas fundamentações, necessidades e

aplicações. Apenas (5%) consideram a tecnologia simplesmente a invenção humana, apresentando uma visão superficial e vaga dos conceitos relacionados ao assunto.

Questão 6: Com relação à frase: A tecnologia traz prosperidade e geração de empregos.

Gráfico 4 - Respostas dos alunos a questão número 06 do pré-teste



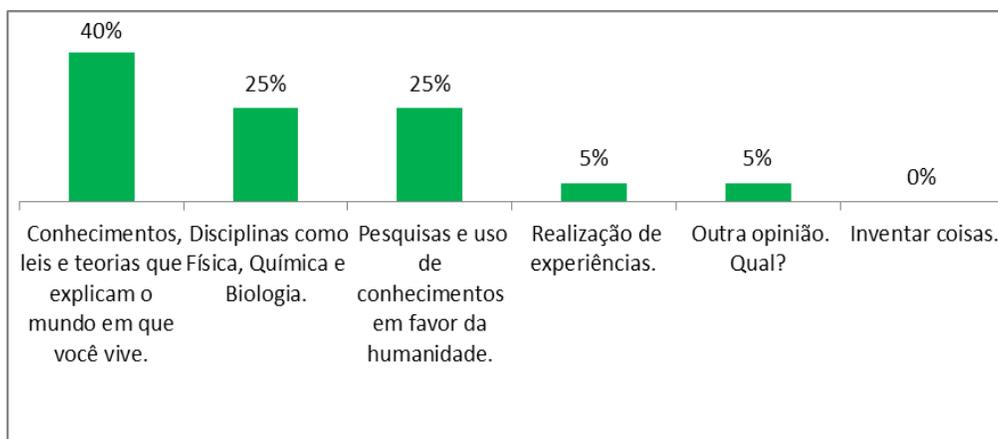
Os resultados, conforme gráfico 4, mostram que menos da metade (45%) concorda plenamente com a afirmação de que a tecnologia traz prosperidade e geração de empregos, conforme cita a aluna (A3), *“porque com tantas máquinas, necessitarão de mais pessoas para controlá-las”*. 55% concordam apenas em partes com a afirmação, demonstrando preocupação em relação ao desenvolvimento tecnológico e a redução na mão de obra. Alguns destes justificam suas respostas com comentários do tipo: *“a tecnologia diminui a mão de obra”* aluna (A1), *“as vezes no começo para gerar uma invenção é necessário, mas depois a invenção toma o emprego”* aluna (A8), *“pois há necessidade de conhecimento para trabalhar com a tecnologia”* aluna (A13), *“é a evolução da humanidade, porém deixa as pessoas mais sedentárias”* aluno (A18), *“aumenta a evolução da humanidade, mas substitui a mão de obra”* aluno (A19).

De modo geral, os alunos relataram que a tecnologia é capaz de promover a prosperidade. No entanto, alguns discordam que ela venha sempre acompanhada de geração de empregos, relacionando o desemprego com a substituição de mão-de-obra por máquinas e equipamentos que fazem o mesmo trabalho de forma barata e mais eficiente. Outro ponto evidenciado pelos alunos é que o desemprego pode estar relacionado com a necessidade de

qualificação dos profissionais para poderem trabalhar com os novos equipamentos tecnológicos.

Questão 7: O que é ciência para você?

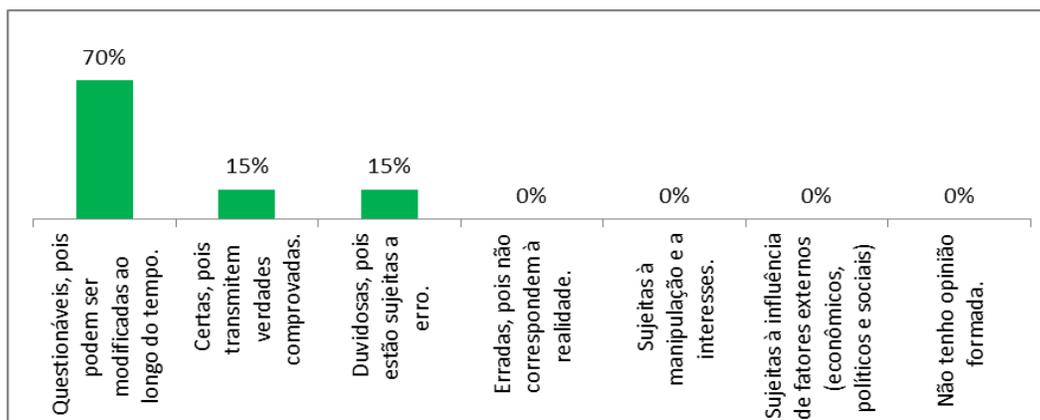
Gráfico 5 - Respostas dos alunos a questão número 07 do pré-teste



A maioria das respostas (90%) relaciona a ciência com “conhecimentos, leis e teorias que explicam o mundo em que vivemos”, “disciplinas como Física, Química e Biologia” e “pesquisas e uso de conhecimentos em favor da humanidade”, conforme gráfico 5. Apenas uma pessoa (5%) associa a ciência com a realização de experiências, isso em função de serem realizadas poucas experiências no ambiente escolar nas disciplinas de ciências.

Questão 8: Em sua opinião as teorias científicas são:

Gráfico 6 - Respostas dos alunos a questão número 08 do pré-teste



A grande maioria (70%) pontuou as teorias científicas como sendo questionáveis, pois podem ser modificadas ao longo do tempo, apenas três alunos (15%) consideram as teorias científicas como certas em função de transmitirem verdades comprovadas. Outros três, (15%), consideraram duvidosas, pois estão sujeitas a erro, conforme gráfico 6.

Com base nas respostas da questão 09 (questão fechada), nenhum dos alunos considera as teorias científicas erradas por não corresponderem à realidade, nem sujeitas à manipulação e a interesses ou influenciadas por fatores externos (econômicos, políticos e sociais).

De qualquer modo, nenhum dos alunos deixou de ter alguma opinião formada sobre as teorias científicas e, em sua maioria, conseguiram percebê-las como uma construção humana, sujeitas às virtudes e defeitos resultado de pesquisas e tentativas metódicas, leis e fatos que formam o elemento de continuidade sendo aperfeiçoados e ampliados ao longo da história do homem (ROSSI, 2009).

Questão 09: A física está dividida em duas: física clássica e física moderna. Qual a diferença entre elas?

Seis em cada dez alunos (60%) não responderam ou disseram que não faziam ideia das diferenças entre FMC e Física Clássica, os demais escreveram as seguintes respostas:

Quadro 2 - Respostas dos alunos a questão número 09 do pré-teste

Aluno (a)	Respostas
A08	<i>“Física clássica é teórica e a moderna é prática”.</i>
A10	<i>“Clássica: antes; moderna: agora, tecnologias e aparelhos novos”.</i>
A11	<i>“As coisas do tempo mais antigo e moderna a tecnologia”.</i>
A16	<i>“A física moderna está ligada nas tecnologias e a clássica esta mais sobre massa, tempo, humanos e natureza”.</i>
A18	<i>“A clássica está mais ligada ao mundo natural em que vivemos enquanto a moderna é mais voltada para a tecnologia”.</i>
A19	<i>“A clássica está mais ligada a natureza humana e a moderna a tecnologia”.</i>

A maioria dos que responderam (80%) mostraram comparar a FMC diretamente com as tecnologias, mas sem ter entendimento das reais relações, entre elas e total

desconhecimento do que fundamenta a FMC. A aluna (A8) considerou a Física Clássica como sendo a parte teórica da Física e a FMC a parte prática ou aplicada, quando questionada sobre o porquê da resposta esta afirmou que a Física que havia estudado até o momento fora somente constituída por teorias e cálculos, sem ter relação com aplicações práticas, Física matematizada, e imaginava que a FMC tratava-se das aplicações de conteúdos de Física.

Questão 10: Você conhece alguma aplicação da Física Moderna?

Apenas quatro alunos (20%) responderam que não conheciam nenhuma aplicação da FMC, todos os demais (80%) afirmaram conhecer aplicações. Em sua maioria citaram exemplos como computadores, *tabletes*, aviões, *internet*, etc., ou seja, relacionaram a FMC com equipamentos de última geração. Apenas o aluno (A17) citou “*átomo e luz*”.

Realmente existem conceitos de FMC relacionados ao desenvolvimento desses equipamentos, no entanto, observa-se que os alunos fazem comparações superficiais e sem o entendimento dos conceitos científicos aplicados nesse contexto. Para eles, todo tipo de equipamento ou tecnologia moderna deve ser possível em função de uma “ciência moderna”, porém como mostram as respostas das questões anteriores e das próximas, estes ainda não foram apresentados aos reais conceitos que envolvem a FMC e suas aplicações.

Questão 11: Alguns dos equipamentos e aparelhos que hoje utilizamos fazem uso de dispositivos de alta tecnologia, tais como os *chips* microeletrônicos. Baseados em quais materiais estes dispositivos são feitos?

Questão 14: Você sabe o que são materiais semicondutores?

Questão 15: Você sabe o que é supercondutividade?

Essas três questões buscavam explorar o conhecimento dos alunos sobre materiais semicondutores e supercondutividade. Nenhum aluno mostrou ter entendimento, mesmo que básico, sobre esses assuntos.

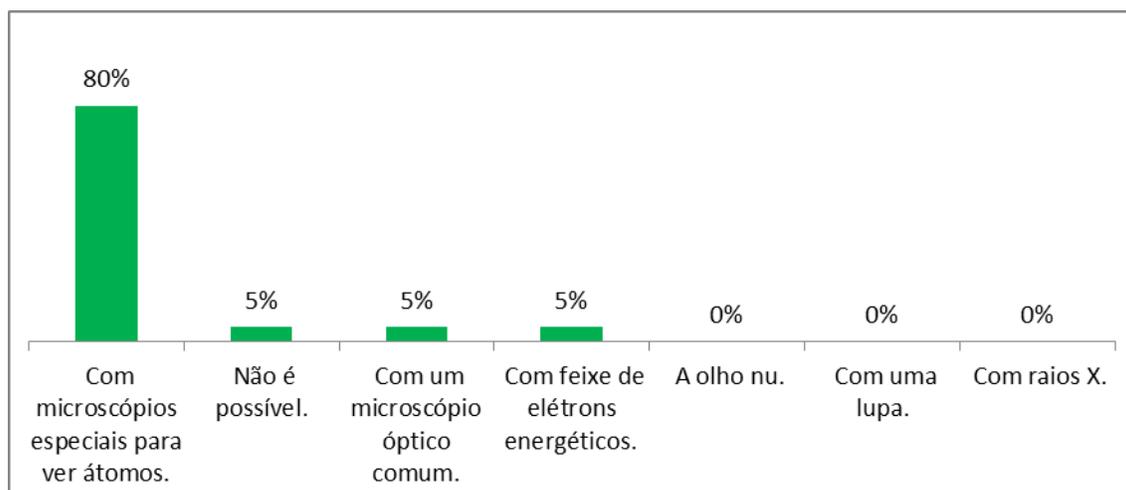
Questão 16: Você acha que é possível ver um átomo? Se for, de que maneira isso seria possível?

Conforme Castilho (2003) existem três técnicas de microscopia capazes de fornecer resolução em escala atômica: Microscopia Iônica de Campo (Field Ion Microscopy), Microscopia Eletrônica de Alta Resolução (High Resolution Electron

Microscopy - HREM) e a Microscopia de Tunelamento e Varredura (Scanning tunneling Microscopy – STM).

Para mostrar a representação de um átomo, a ponta do STM se move sobre o contorno atômico da superfície, usando corrente de tunelamento como um detector sensível da posição atômica. Além disso, o STM pode ser usado para manipular átomos, movendo-os para moldar vários dispositivos moleculares, com apenas algumas dezenas de átomos.

Gráfico 7 - Respostas dos alunos a questão número 16 do pré-teste



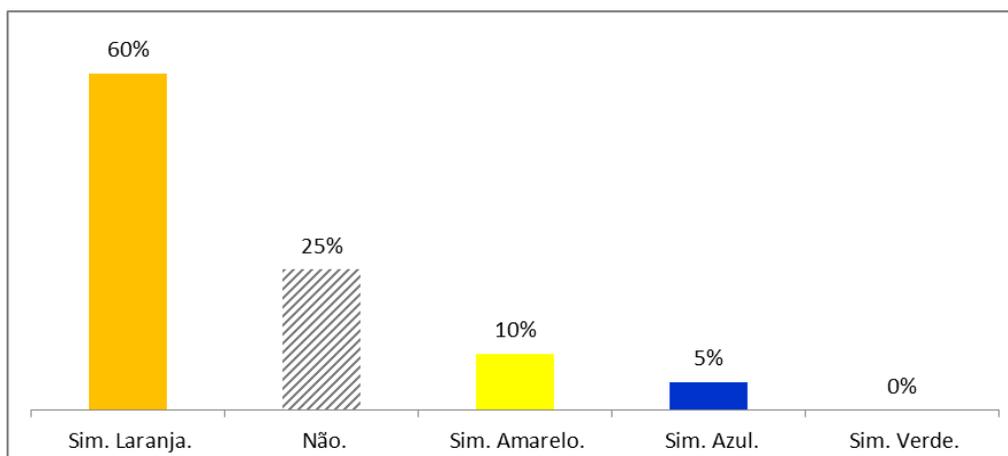
Segundo as respostas apresentadas pelos alunos, conforme gráfico 7, a grande maioria não relacionou a observação do átomo a algo macroscópico, demonstrando que estes fazem a associação do átomo a algo muito pequeno de dimensões microscópicas e, para vê-lo, é necessário um microscópio especial, conforme respostas dos alunos (A1), (A4), (A5), (A7), (A8), (A9), (A10), (A11), (A13), (A14), (A15), (A16), (A17), (A19), (A20). No entanto, não quer dizer que tenham entendimento do que seja ou como funciona um dos aparelhos anteriormente citados.

Questão 17: À medida que vamos aquecendo uma peça de ferro, por exemplo, esta chega a um momento em que fica avermelhada. E supondo que continuássemos aumentando sua temperatura, você acha que a cor visível da peça continuaria mudando até uma cor máxima?

Esta questão está diretamente relacionada com uma das atividades que foi posteriormente desenvolvida nos encontros da Oficina de FMC. Neste momento, buscava-se explorar os saberes prévios dos alunos quanto aos conceitos de radiação eletromagnética.

A luz emitida pela peça exemplificada é formada por fótons, partículas muito pequenas que se comportam como uma onda eletromagnética. Quanto mais curtas essas ondas, maior é a sua frequência e a quantidade de energia que ela carrega. São essas características que vão determinar a cor da luz emitida. Neste caso hipotético, aumentando a temperatura estaríamos aumentando a energia e a frequência, com isso a cor iria tender para o azul (dentro do espectro visível).

Gráfico 8 - Respostas dos alunos a questão número 17 do pré-teste



As respostas dos alunos mostram uma análise superficial e com base no senso comum. Seis em cada dez alunos (60%) afirmam que a cor mudaria até a intensidade do laranja, uma visão ingênua a respeito do que realmente aconteceria, de acordo com o gráfico 8. Isso, em função dos alunos não terem estudado essas relações, conceitos e conteúdos. Apenas o aluno (A17) afirmou que a cor da luz emitida pela peça tenderia ao azul, resposta condizente com os fatos científicos. Essa questão será mais bem explorada na análise da estratégia de ensino aplicada para trabalhar os conceitos sobre o espectro eletromagnético da luz.

As questões 13, 18, 19 e 20 buscam explorar os conhecimentos dos alunos sobre alguns itens relacionados às teorias relativistas, como o significado da equação de Einstein ($E=mc^2$) e efeito fotoelétrico na utilização da transformação da energia solar em energia elétrica.

Apesar de já terem visto a equação de Einstein ($E=mc^2$) não entendem o seu significado. 55% assinalaram a alternativa “existe um relação entre eletricidade e massa,

sendo a massa multiplicada pelo comprimento do corpo” e apenas os alunos (A8) e (A12) marcaram a alternativa alinhada com o significado científico da equação de Einstein “existe uma relação entre massa e energia, podendo uma ser convertida na outra”.

Na questão que pedia para os alunos explicarem como é possível transformar a luz solar em energia elétrica, sete tentaram responder (35%), citando termos como placas solares e calor do sol para aquecer água, demonstrando a falta de entendimento dos conceitos científicos envolvidos nesse processo. No entanto, em função dos apelos da mídia e outros meios em relação ao aproveitamento da energia solar, os alunos conheciam o assunto, mas apenas superficialmente e sem embasamento científico.

De modo geral, pode-se dizer que os alunos não tem noção sobre o que sejam as teorias de Einstein, mesmo este sendo um dos cientistas mais conhecidos do mundo.

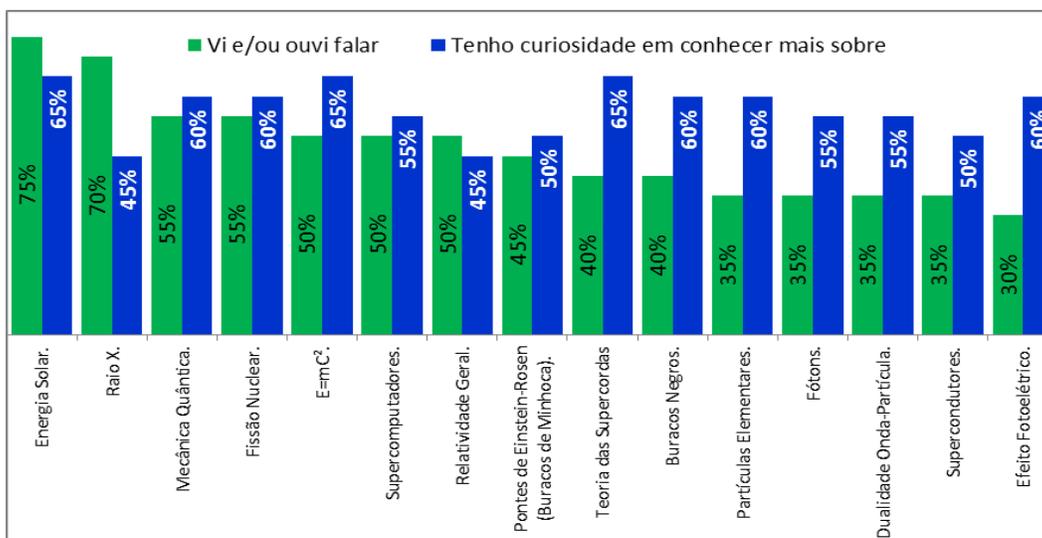
Questão 12: Assinale os termos ou teorias que você já viu ou ouviu falar e/ou que lhe despertaram curiosidade em conhecer, ver quadro 3:

Quadro 3 - Questão número 12 do pré-teste

<i>Vi e/ou ouvi falar</i>		<i>Tenho curiosidade em conhecer mais sobre</i>
<input type="checkbox"/>	Mecânica Quântica.	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Relatividade Geral.	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Buracos Negros.	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Supercomputadores.	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Fissão Nuclear.	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Efeito Fotoelétrico.	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Energia Solar.	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Raio X.	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Supercondutores.	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Pontes de Einstein-Rosen (Buracos de Minhoca).	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Fótons.	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Partículas Elementares.	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	$E=mc^2$.	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Dualidade Onda-Partícula.	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Teoria das Supercordas	<input type="checkbox"/>

A análise desta questão foi deixada para o final, levando-se em consideração os interesses do pesquisador em apresentar algumas comparações entre os termos relacionados a FMC que os alunos “conhecem” por ter visto e/ou ouvido falar em relação a aqueles que eles teriam interesse em “conhecer mais sobre”.

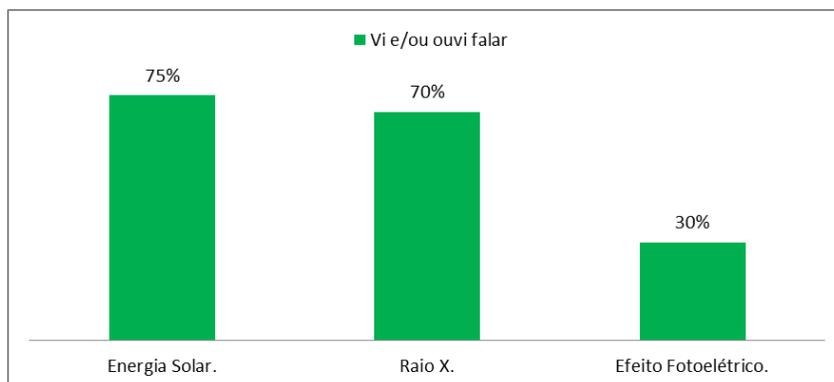
Gráfico 9 - Respostas dos alunos a questão número 12 do pré-teste



Conforme o gráfico 9, é possível pontuar algumas relações interessantes entre as respostas dos alunos:

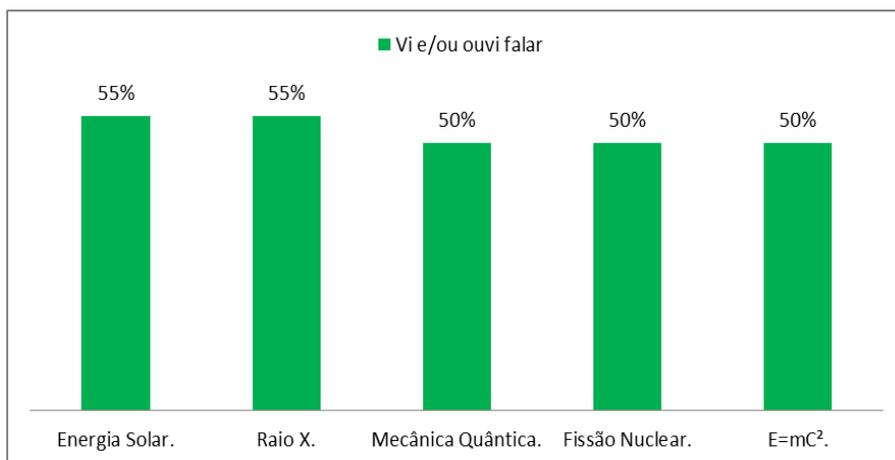
- Três quarto dos alunos (75%) afirmaram já ter visto ou ouvido falar sobre energia solar e raios-X, ver gráfico 10;
- Apenas (30%) ouviram falar sobre, ou conhecem, o termo Efeito Fotoelétrico;

Gráfico 10 – Itens com maior pontuação na questão número 12 do pré-teste



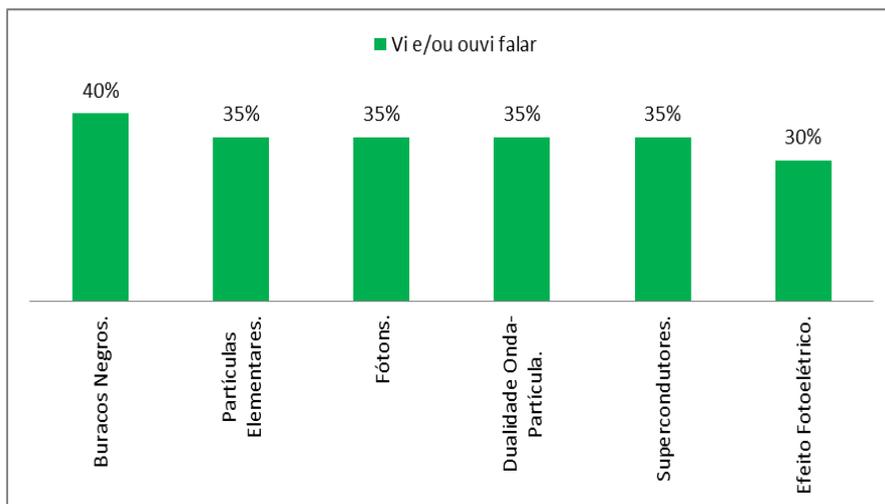
- Para a metade dos alunos (50%), lhes são familiar os termos, mecânica quântica, fissão nuclear, ($e=mc^2$), supercomputadores e relatividade, ver gráfico 11;

Gráfico 11 - Itens com maior pontuação na questão número 12 do pré-teste



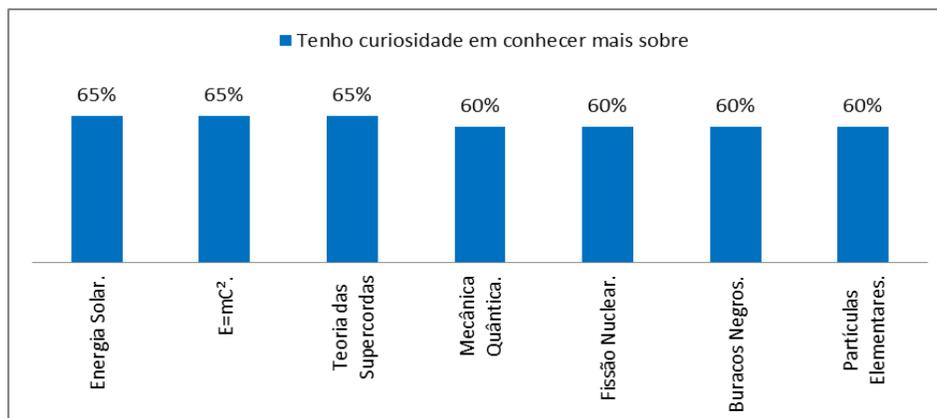
- Aproximadamente um terço (de 30% a 35%) dos alunos lembram-se de ter visto ou ouvido falar sobre buracos negros, partículas elementares, fótons, dualidade onda-partícula, supercondutores e efeito fotoelétrico, ver gráfico 12.

Gráfico 12 – Respostas da questão número 12 do pré-teste



- Em média, aproximadamente, (50%) dos alunos tem curiosidade em conhecer todos os itens citados, sendo que os que causam maior interesse em conhecer melhor sobre o assunto (60% ou mais dos alunos) são: energia solar, $e=mc^2$, teoria das supercordas, mecânica quântica, fissão nuclear, buracos negros e partículas elementares, ver gráfico 13.

Gráfico 13 - Respostas da questão número 12 do pré-teste



As análises dos resultados das questões anteriormente apresentadas, juntamente com esta, possibilitam uma clara evidência de que estes alunos de ensino médio possuem conhecimentos superficiais sobre termos e teorias relacionadas à FMC e suas aplicações para a geração de tecnologias. Em função da vasta gama de informação que se encontram a disposição dos alunos, estes apresentam interesse em conhecer mais sobre novas teorias científicas.

4.2 ANÁLISE DA ESTRATÉGIA HANDS-ON-TEC

Em seguida, serão apresentadas as análises e discussões referentes ao andamento das aulas ministradas nos dias 08, 15, 22 e 29 de maio de 2013 durante a Oficina Pedagógica de Física Moderna e Contemporânea para o Ensino Médio. Serão analisados os conteúdos estudados, as discussões e percepções dos alunos, em relação à utilização da técnica *Hands-on-Tec* como estratégia pedagógica para ensinar FMC a alunos do Ensino Médio.

Para a aplicação das atividades, os alunos foram dispostos em cinco grupos com quatro integrantes cada, tendo o cuidado de que cada grupo não tivesse somente alunos do mesmo ano escolar. Isso, com o objetivo de enriquecer a troca de opiniões e saberes dentro dos grupos.

4.2.1 Atividade 01: Estudo das Escalas

No primeiro encontro (08/05/2013) após as apresentações dos alunos e professor, apresentação da proposta da oficina, conteúdos a serem estudados e resultados esperados, foi distribuído aos alunos uma declaração para autorização de uso de imagem (ver apêndice F) que estes deveriam levar para suas casas onde os seus pais ou responsáveis iriam preenchê-la e devolvê-la no próximo encontro. O próximo passo foi explicar os objetivos e orientar os alunos no preenchimento do pré-teste.

Após esses passos, se deu início a aplicação da primeira atividade pedagógica intitulada “Estudo das Escalas” (ver apêndice A), para trabalhar conceitos de FMC, que consiste em estudar as diferentes dimensões e medidas de objetos conhecidos pelos alunos, levando em conta que o que se ensina é igualmente um sistema de construção, pois serão a partir desse entendimento das diferentes dimensões visíveis, que se pretende auxiliar os alunos a entenderem os conceitos relacionados às dimensões microscópicas em que se encontra o átomo, o qual é objeto principal de estudo ao decorrer dos encontros.

Esta primeira atividade apresentou conceitos simples de medidas, sendo o ponto principal o desenvolvimento das noções de escalas de medidas pelos alunos, pois estes iriam levantar hipóteses sobre quanto cada objeto mede e pesa, sem poder tocá-los no primeiro momento. Após, realizaram as medições e puderam compará-las com as medidas inicialmente teorizadas.

Na elaboração e aplicação da atividade pedagógica foi levado em consideração que as teorias, os princípios, os conceitos, são construções humanas e, portanto, sujeitos a mudanças, reconstrução e reorganização. Em uma situação de ensino conforme Moreira (2011), são três os construtos envolvidos: os construtos pessoais do aluno, os construtos da matéria de ensino (que são construções culturais) e os construtos do professor. Nenhum deles é definitivo. Estando todos em construção, mas com o cuidado de não cair no relativismo, pois sempre há construções melhores do que outras e algumas são decididamente pobres.

Após a explicação de como seria a realização da atividade, apresentação dos materiais (clips, pedaços de madeira, botões, pregos, fios de *nylon*, esfera de metal, pedaço de isopor, etc.) e a distribuição das folhas para a anotação das medidas, os alunos

começaram a trabalhar norteados pelas seguintes perguntas: (a) qual é o comprimento e a massa dos objetos? Qual é o menor objeto que conseguimos enxergar e medir?

Para estes alunos foi algo totalmente novo, determinar o comprimento e o peso de objetos com diferentes dimensões, dispostos a sua frente, mas sem que pudessem tocá-los ou medi-los, conforme ilustra a figura 6. Grande parte dos alunos tentava pegar os objetos, ou aproximar uma régua para estimar o comprimento. Nesse momento, o professor orientou os alunos que não deveriam tocar nos objetos, apenas tentar estimar suas dimensões em consenso com o grupo. Isso para que os alunos pudessem vivenciar, mesmo que de forma básica, a teorização de hipóteses referente às dimensões dos objetos, pois nas pesquisas científicas raramente se têm as informações completas ou com as medidas exatas no primeiro momento, é preciso teorizar a respeito dos possíveis resultados e das maneiras de verificá-los.

Figura 6 – Aluno demonstrando curiosidade em testar suas hipóteses



Fonte: Oficina pedagógica sobre FMC, 2013

Houve muitas discussões dentro dos grupos para chegarem a um consenso quanto às medidas estimadas de alguns objetos, assim cada aluno tentava justificar para o grupo o porquê dos valores que este estava propondo, como por exemplo, o aluno (A12) “*a esfera deve pesar mais de cem gramas, acho que ela é de ferro*”, já a aluna (A1) “*essa bolinha é aquela que a gente enfeita pinheirinho de natal, é bem levezinha*”.

Durante esse momento, o professor questionava constantemente os alunos em relação a assertividade dos valores e como eles poderiam testá-los em seguida, como por exemplo, por que você acha que o pedaço de madeira pesa mais que a esfera? Será que essa

é realmente a menor dimensão daquele prego? Como é possível medir a espessura de uma folha de papel? É possível medir um fio de cabelo? Até qual tamanho de material conseguiremos enxergar a olho nu? Qual é a menor parte de uma peça qualquer? A menor parte daquele pedaço de arame terá massa?

Os alunos devem ser incentivados a formularem perguntas e buscarem as respostas pois, assim, eles estarão explorando os temas e buscando informações para despertar o interesse e a curiosidade pela natureza, pela ciência, pela tecnologia e pela realidade local e universal, favorecem o envolvimento e o clima de interação que precisa haver para o sucesso das atividades, pois neles encontram mais facilmente significado (BRASIL, 1998).

Levantadas as hipóteses e o surgimento de novas perguntas, passa-se a experimentação, e os alunos efetuaram as medições dos objetos tendo a disposição paquímetro, régua e balança. Neste momento puderam comparar as reais medidas com as sugeridas. Cada grupo mediu os objetos da maneira que achou ser mais correta sem que o professor os auxiliasse, para que, com isso, pudessem desenvolver diferentes competências, , fazer observações rigorosas, previsões, analisar dados e defender pontos de vista com base nos dados e informações disponíveis.

O professor estava sempre orientando os alunos a registrarem todos os dados, informações e discussões, bem como levantando questionamentos quanto às maneiras que os alunos estavam medindo os objetos, se realmente aquela era a forma mais correta, se as unidades de medida utilizadas eram as mais apropriadas, etc., conforme ilustra a figura 7. Neste ponto é importante a mediação do professor no sentido de que as intervenções e proposições contribuam aos processos interativos e dinâmicos que caracterizam a prática experimental. Essa mediação deve extrapolar a observação empírica, problematizando, tematizando e contextualizando o experimento mas sem fornecer respostas prontas e acabadas aos alunos.

Figura 7 – Aluna verificando se o peso de um objeto está de acordo com o teorizado pelo grupo



Fonte: Oficina pedagógica sobre FMC, 2013

Conforme a estratégia pedagógica *Hands-on-Tec* propõe, passa-se à segunda fase para a discussão geral, e o professor orienta os alunos na socialização dos resultados e discussões obtidas a partir da fase anterior. São comparados os resultados e verificadas as opiniões de cada grupo.

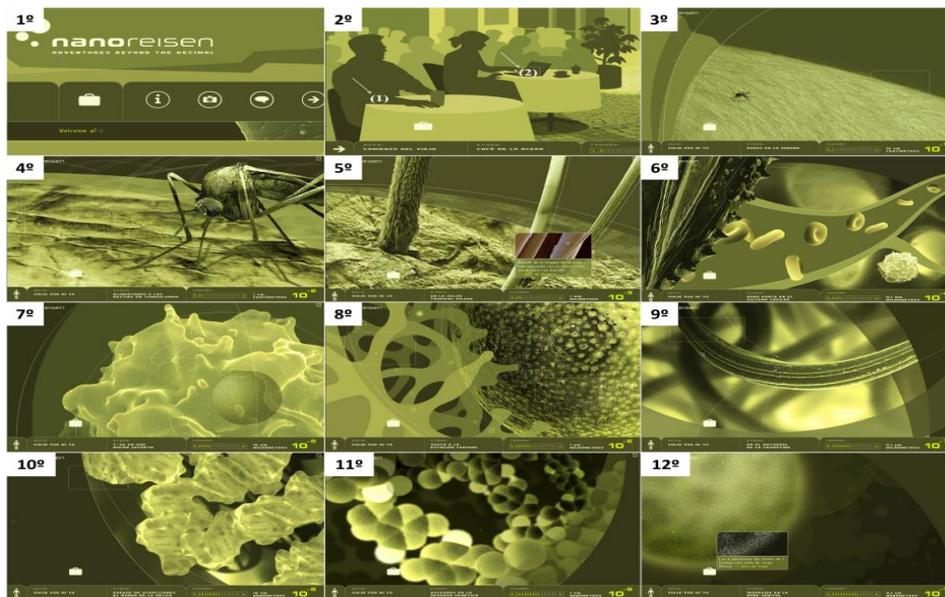
De modo geral houve, bastante divergência entre as medidas, depois das aferições. Alguns grupos consideraram os objetos mais pesados ou mais leves do que realmente eram. Segundo eles, em função de não terem a oportunidade de manuseá-los. Quanto ao comprimento de objetos muito pequenos, surgiram dificuldades em chegar a uma medida exata, em função dos equipamentos de medida disponíveis. Os valores foram aproximados, ficando claro para todos os alunos que seriam necessários outros equipamentos de medida para obter maior precisão quanto aos valores.

Durante a discussão geral ficou claro que deve haver um ponto em que aqueles objetos não poderão ser mais divididos, resultando em algo muito pequeno e que mesmo essa parte muito pequena deve ter massa, pois ainda assim é uma parte do objeto. Surgiu, também, o termo átomo e o questionamento se este seria realmente a menor parte da matéria.

Para melhor fixar esses conceitos sobre escalas o professor iniciou juntamente com os alunos a exploração das dimensões da matéria utilizando para isso o *site* (<http://www.nanoreisen.de/>), ilustrado na figura 8, que apresenta simulações e animações,

desde o nível do metro até a escala atômica. Nesta “viagem”, os alunos puderam explorar de maneira dinâmica e com referência à dimensão (metro, centímetro, milímetro, micrômetro e nanômetro) as diferentes formas e composições da matéria. Pode-se encontrar as imagens de cada momento dessa “viagem” nos apêndices A e B.

Figura 8 – Imagens dos diferentes níveis do simulador Nanoreisen



Fonte: www.nanoreisen.de

Com a orientação do professor, os alunos iniciaram a exploração na escala de um metro (1 m), onde é possível ver as coisas do cotidiano como mesas, pessoas, carros computadores, mas sem muitos detalhes. Ao aproximar dez vezes, ou seja, na casa dos dez centímetros (10 cm) pode-se observar melhor os detalhes, como os pelos do braço de um homem e um inseto sobre ele. Antes de aproximar mais a imagem os alunos foram orientados a olharem ao seu redor e para os próprios braços, para tentar verificar os detalhes nestas superfícies, para observarem e vivenciarem sua própria realidade a partir de um olhar crítico com objetivos científicos.

Em seguida, aproximou-se as imagens do simulador até a escala de um centímetro (1 cm) para observar mais detalhes da superfície da pele e também de um inseto, com suas partes bem definidas. No nível dos milímetros observa-se o probóscide (aparelho bucal dos insetos dípteros) de um pernilongo e alguns pelos, bem como detalhes da pele. Foi comentado que a menor parte da matéria que o olho humano consegue ver sem a ajuda de

lentes é um fio de cabelo que tem diâmetro aproximado em média de 0,07 mm, a partir daí somente com a ajuda de microscópio.

A riqueza de detalhes que o simulador apresenta aguçou a curiosidade dos alunos em saber mais sobre aquilo que estavam vendo, como funcionavam, quais suas importâncias, para que eram utilizados e muito mais.

Na próxima dimensão (0,01 mm) foi possível observar vasos capilares sanguíneos e dentro deles plaquetas, leucócitos (glóbulo branco) e hemácias. Adentrando em um linfócito, que é um tipo de glóbulo branco, passou-se para o nível de dez micrômetros (10 μm) tornando possível a visualização do núcleo de uma célula.

Na dimensão de um micrômetro (1 μm) observa-se o retículo endoplasmático em seus detalhes, o qual é envolvido em uma síntese de proteínas e lipídios, e responsável pela desintoxicação celular e pelo transporte intracelular. Muitas dessas informações foram citadas pelos alunos, pois está disponível no simulador para explicar cada nível escalar. Muitos dos termos ali citados não eram de conhecimento dos alunos que tiveram que pesquisar sobre seus significados.

No nível de 0,1 micrômetro (0,1 μm) podem-se observar os fios de cromatina. A cromatina (do grego *chromatos*, cor) é um conjunto de fios, cada um deles formado por uma longa molécula de DNA associada a moléculas de histonas, um tipo especial de proteína. Esses fios são os cromossomos. Passando em seguida para a estrutura do DNA (ácido desoxirribonucleico) a dez nanômetros, que é uma molécula de cadeia dupla torcida como uma escada ou hélice em espiral contendo as instruções genéticas que coordenam o desenvolvimento e funcionamento de todos os seres vivos.

No interior da molécula de DNA, na escala de um nanômetro (1 nm) ou 0,000000001 metros observa-se, a citosina, adenina, guanina e timina que são as bases químicas do DNA. No próximo nível escalar chega-se a 0,1 nanômetros (0,1 nm), onde se encontra a representação de um átomo de carbono com seus seis elétrons orbitando o núcleo e formando uma nuvem difusa. Neste ponto se finaliza a viagem pelos níveis escalares da matéria, na próxima atividade será dada continuidade a essa exploração com o objetivo de estudar o átomo.

No decorrer dessa pesquisa, os alunos ficaram maravilhados com todas as partes que compõem a matéria, pesquisaram, discutiram e esclareceram suas dúvidas. O professor

conversou a respeito dos conteúdos vistos, formulou explicações para elucidar algumas questões levantadas pelos alunos e houve uma socialização das informações vistas entre todos da turma, como a comparação entre as dimensões de um fio de cabelo que teria de ser esticado muitas vezes para que sua espessura se aproximasse da dimensão de uma molécula de DNA, por exemplo. Segue alguns comentários dos alunos:

Aluna A(3) *“incrível como existem coisas tão pequenas que a gente não vê, mas estão ali”*;

Aluno A(12) *“como é possível que esses pedacinhos tão pequenos tenham tantas coisas, a gente não consegue ver mas eles fazem funcionar nosso corpo”*

Aluna A(9) *“até onde vão esses pequenos pedaços? Eu acho que isso não acaba mais, tem sempre um pedaço menor que o outro”*

Ficou claro, para os alunos, que as dimensões de medida vão muito além do que nossos olhos, em condições naturais, podem ver e assim, após terem feito suas anotações foi finalizado o primeiro encontro, ficando como tarefa para cada aluno pesquisar na internet ou em livros mais detalhes sobre os conteúdos vistos, preparar o relatório durante a semana e a apresentação para o encerramento da oficina.

A partir de todos essas informações apresentadas, facilita-se aos alunos a ampliação de sua estrutura cognitiva com a incorporação de novos conceitos relacionados as dimensões microscópicas que irão servir de subsunçores para ancorar futuros conceitos que serão apresentados nos próximos encontros. Tornando-se potencialmente significativos, o que é uma premissa para que a aprendizagem significativa.

4.2.2 Atividade 02: Estudo do Átomo

No segundo encontro (15/05/2013) iniciou-se o estudo do átomo (ver apêndice B) com o objetivo de estudar a evolução dos modelos atômicos ao longo dos tempos e as suas interações entre núcleo e eletrosfera, bem como as partículas elementares que o compõem.

No primeiro momento foi distribuída uma folha para cada grupo e apresentada as seguintes questões problema: (a) Como você representaria o átomo? (b) Será que o átomo realmente é a menor parte da matéria?

Cada grupo, após conversar entre si, deveria representar em forma de desenho um átomo, segundo suas concepções. O professor orientou cada grupo quanto a importância da

formulação de hipóteses sobre a “representação correta” do átomo, lembrando que esta seria apenas uma representação, uma maneira de ilustrar o formato, comportamento e partes de um átomo em um nível escalar diferente, conforme estudado no encontro anterior. Outro ponto foi questionar os alunos sobre o átomo ser ou não a menor parte da matéria.

Estas questões motivaram os alunos a buscarem a resposta correta e refletir sobre ela, possibilitando-os a mobilizarem conhecimentos e desenvolverem a capacidade para gerenciar as informações que estão ao seu alcance dentro e fora da sala de aula. Assim, os alunos tiveram a oportunidade de ampliar seus conhecimentos acerca de conceitos relacionados aos modelos atômicos que cada um conhece ou imagina como sendo o mais apropriado.

É importante ressaltar que o professor precisa mediar esse processo de desenvolvimento de novos conceitos e evitar que a associação dessa figura com o conceito de modelo faça com que o aluno aceite o modelo atômico como real e não como uma construção científica e social, sujeita a alterações, evidenciando o caráter dinâmico da ciência.

Cada grupo representou o átomo conforme suas concepções, sendo instigados, a todo o momento, pelo professor, a avaliarem se o modelo que estavam representando estava de acordo com o que o grupo entendia como sendo o que mais se aproximava da real representação de um átomo.

As representações e respostas mostram os conhecimentos prévios dos alunos, em relação ao modelo atômico. Este é importante para que sirva de subsunçor e possa dar sentido ao desenvolvimento do conceito, juntamente com a interação do processo de aprendizagem.

De modo geral, percebe-se uma evolução na forma de representação do átomo em relação as do pré-teste, avaliados anteriormente. Isso, em função de nesse momento o grupo estar discutindo a respeito da melhor forma de representação. Deste modo, segundo uma perspectiva ausubeliana, o desenvolvimento de conceitos é facilitado quando elementos mais inclusivos são introduzidos primeiro para depois ser diferenciado progressivamente em detalhes, ou seja, para alguns alunos que não tinham um modelo atômico definido no pré-teste, após estudarem as escalas em dimensões conhecidas por eles, alinharam algumas informações sobre o átomo como, por exemplo, que é algo muito pequeno, com elétrons,

órbitas, etc., passaram a relacionar estes itens e formar um novo conceito sobre o que deve ser o átomo e como representá-lo. O princípio de Ausubel da diferenciação progressiva estabelece que a aprendizagem significativa seja um processo contínuo, no qual novos conceitos adquirem maior significado à medida que são alcançadas novas relações (NOVAK, 1996).

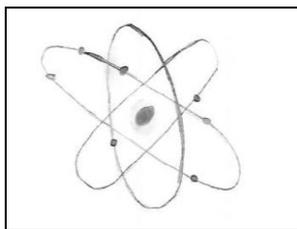
As representações do átomo seguem um padrão clássico, a maioria apresenta um ponto central como sendo o núcleo e órbitas elípticas ou circulares por onde circulam os elétrons. O núcleo do átomo foi representado por todos os grupos como algo sólido, único, indivisível sem, aparentemente, possuir prótons, nêutrons ou quarks.

Alguns detalhes chamam atenção, evidenciando que os alunos não têm o entendimento claro da separação das principais partes do átomo (prótons, nêutrons e elétrons), partes essas que são estudadas nas disciplinas de Física e Química no ensino médio. Alguns alunos até representaram esses componentes, com divergências em suas localizações e cargas. Ao conversar com os alunos, mostraram que realmente não possuem a clareza de que o núcleo do átomo é composto por prótons, nêutrons e quarks, sendo que até já ouviram falar sobre prótons e nêutrons, no entanto não está claro o que são e onde se localizam em um átomo.

Em seguida apresentam-se as representações feitas do átomo por cada grupo de alunos, a partir de seus conhecimentos prévios, sem que o professor tenha explicado os detalhes científicos, conforme figuras 9, 10, 11, 12 e 13 a seguir.

Respostas grupo 01: alunos (as) (A2), (A6), (A7) e (A13).

Figura 9 – Representação do átomo e resposta a pergunta pelo grupo 01



O átomo é a menor parte da matéria?

Não, a molécula é a menor parte da matéria.

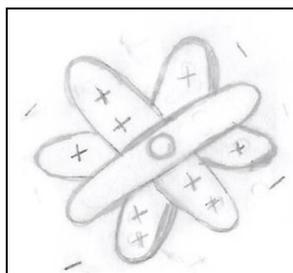
Este grupo representou o átomo em uma forma clássica com um núcleo central sendo orbitado por pequenas partículas. Os alunos tinham dúvida se eram prótons, nêutrons ou elétrons, conforme comenta a aluna (A7) do 2º ano “*acho que esse que está circulando o átomo é o próton*”. Este comentário revela que a aluna faz confusão com os conceitos de átomo e suas partes.

Na resposta da pergunta sobre o átomo ser a menor parte da matéria, fica evidente, mais uma vez, a falta de clareza e a confusão dos conceitos, pois o grupo respondeu que o átomo não é a menor parte da matéria. Para este grupo, a menor parte da matéria é a “molécula”.

Estes alunos possuem informações e conceitos sobre a matéria, as moléculas e o átomo, estes não estão organizados de forma coerente sem estabelecer uma relação de acordo com os saberes científicos. Existe uma discrepância entre as informações recebidas e os conhecimentos construídos. Mas isso foi alinhado durante o andamento da atividade, principalmente no momento de socialização entre o grande grupo a respeito da forma correta de representar o átomo. Nesse momento cada grupo apresentou suas representações e com a orientação do professor e dos materiais apresentados, os alunos chegaram ao entendimento dos conceitos sobre o átomo.

Respostas grupo 02: alunos (as) (A3), (A11), (A15) e (A16).

Figura 10 - Representação do átomo e resposta a pergunta pelo grupo 02



O átomo é a menor parte da matéria?

Sim o átomo é a menor partícula de uma substância.

Fonte: Oficina pedagógica sobre FMC, 2013

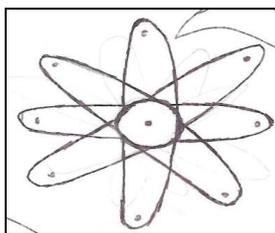
O grupo 02 representou o átomo de maneira semelhante ao grupo 01, no entanto para estes não está claro o significado das órbitas, pois quando questionados sobre qual o

porquê das linhas no desenho, não sabiam dizer. Desenharam seguindo o modelo que haviam visto em seus livros didáticos.

Sabem eles que no átomo existe carga positiva e negativa, assim sendo, representaram a carga negativa na parte externa do átomo e a carga positiva na parte interna. O mais curioso é que consideram o átomo como sendo a menor parte da matéria, mesmo que tenha carga positiva, órbitas e um núcleo central. Também para esse grupo foram alinhados os conceitos científicos durante a continuidade da atividade.

Respostas grupo 03: alunos (as) (A4), (A5), (A9) e (A20).

Figura 11 - Representação do átomo e resposta a pergunta pelo grupo 03



O átomo é a menor parte da matéria?

Sim por que é inquebrável.

Fonte: Oficina pedagógica sobre FMC, 2013

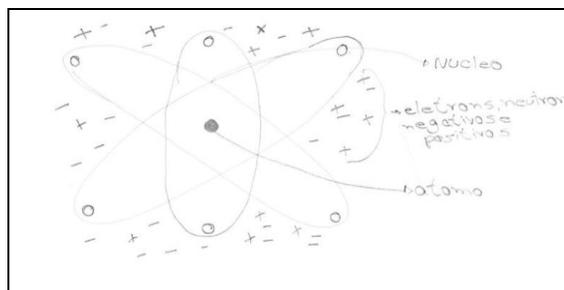
O grupo 03 representou o átomo nos mesmos padrões dos grupos anteriores, mas com menos detalhes e afirmando que este é a menor parte da matéria “porque é inquebrável”, ou seja, indivisível. Mesmo com uma representação que mostra o átomo com mais de uma parte.

Para auxiliar esse grupo no entendimento correto da representação do átomo, o professor questionou os alunos quanto a alguns detalhes da representação, como a de que se o átomo possui mais do que uma parte, será que ele é realmente inquebrável? Cada parte do átomo está ligada direta ou indiretamente?

Essas questões levaram o grupo a refletir novamente sobre a possibilidade de o átomo ser divisível. Esse é o papel do professor nesse momento da atividade *Hands-on-Tec*, instigar os alunos para que eles reflitam e avaliem uma nova possibilidade para representar aquela situação.

Respostas grupo 04: alunos (as) (A12), (A17), (A18) e (A19).

Figura 12 - Representação do átomo e resposta a pergunta pelo grupo 04



O átomo é a menor parte da matéria?

Sim,

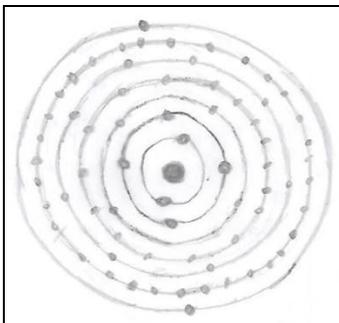
Fonte: Oficina pedagógica sobre FMC, 2013

O grupo 04 representou o átomo com as mesmas bases dos três grupos anteriores, mas com mais detalhes. Para este grupo, o átomo é apenas o ponto central do desenho (núcleo). O núcleo é formado por linhas orbitais e os elétrons e nêutrons com cargas negativa e positiva estão distribuídos e misturados ao redor do “átomo”. Para eles, mesmo após essa representação, o átomo é a menor parte da matéria.

A partir disso, podemos concluir que este grupo apresenta também uma concepção não linear e ideias destorcidas a respeito de que seja um átomo e suas partes. Em relação a considerá-lo como a menor parte da matéria, foi em função da desorganização dos conceitos, pois se o átomo, para eles, é apenas o ponto central, então segundo uma análise lógica realmente, deve ser a menor parte da matéria.

Respostas grupo 05: alunos (as) (A1), (A8), (A10) e (A14).

Figura 13 - Representação do átomo e resposta a pergunta pelo grupo 05



O átomo é a menor parte da matéria?

Sim

Fonte: Oficina pedagógica sobre FMC, 2013

O grupo 05 representou o átomo com um núcleo sólido e cercado por sete órbitas com inúmeros elétrons e, mesmo assim, considerou o átomo como sendo a menor parte da matéria.

É importante ressaltar que os modelos científicos feitos sobre os sistemas são abstrações da realidade. Conseqüentemente, se não é feita com os alunos uma discussão sobre o quanto o modelo científico difere dos seus modelos de sentido comum, muito provavelmente prevalecerá nas mentes destes suas concepções cotidianas (MELO; LIMA NETO, 2013).

Como nas representações do átomo feita pelos alunos, em que alguns o consideram como indivisível, como uma “bolinha” sólida, com uma massa muito pequena, ocupando um espaço muito pequeno, podendo dificultar enormemente a aprendizagem significativa do que seja uma partícula elementar ou um fóton, por exemplo. Como cita Moreira (2012) “o átomo como um sistema planetário em miniatura também funciona como obstáculo representacional para a aprendizagem da estrutura do átomo na perspectiva da Mecânica Quântica” (MOREIRA, 2012, p.32). Estes são pontos de atenção que foram considerados ao decorrer das atividades sequenciais, visando a modificação desses conceitos a partir de novas perspectivas representacionais sobre o átomo.

Nesta atividade não foi possível ter o momento da experimentação como na atividade anterior, levando em consideração os recursos disponíveis. No entanto, os alunos

discutiram sobre a forma de representação dos modelos atômicos e se o átomo é a menor parte da matéria, levantando hipóteses e gerando novas questões a respeito do assunto.

Os alunos foram orientados, durante todo o tempo, sem que o professor lhes fornecesse respostas prontas, mas sim formulando novas indagações com o objetivo de levá-los ao entendimento e despertar sua criatividade para o aprendizado dos conceitos. Os alunos foram orientados, também, a registrarem tudo o que discutiram, bem como as questões que surgiram, as afirmações feitas pelos colegas, etc.

Este momento assemelhou-se à resolução de problemas, quando foi possível desenvolver, mesmo que em partes, iniciativa, espírito explorador, criatividade, independência e a habilidade de elaborar um raciocínio lógico e fazer uso inteligente e eficaz dos recursos disponíveis, para que ele possa propor soluções às questões que surgem em seu dia-a-dia, na escola ou fora dela (DANTE, 1991).

No próximo momento o professor promoveu uma discussão e fechamento da atividade, questionando os alunos a respeito das teorias científicas para explicação dos fenômenos observados ou teorizados. Os alunos, como era esperado, apresentaram muitas dúvidas em relação ao assunto, surgindo assim novas questões como: (a) Qual é forma correta para representar o modelo atômico? (b) De que são feitas todas as coisas? (c) Qual é a menor parte da matéria? (d) Qual é o tamanho de um átomo? (e) O átomo possui massa? E os elétrons? (f) Como um átomo é criado?

Para responder a essas e outras questões passa-se ao momento da pesquisa, o qual se caracteriza pela utilização das TIC como ferramenta pedagógica, auxiliando os alunos na busca das informações para o esclarecimento de suas dúvidas, sempre com a orientação do professor. É de grande importância que se disponha de simuladores, vídeos, fotos, animações, etc., para ilustrar situações que muitas vezes não são possíveis de serem testadas em sala de aula devido a inúmeros fatores, como falta de materiais, falta de laboratório, risco de acidente, dentre outros.

Os resultados dos simuladores eletrônicos são exatos, devido a sua formulação a partir de modelos matemáticos e não apresentam erros como nas simulações práticas em um laboratório de física, mostrando uma representação clara dos fenômenos físicos. Porém, as simulações práticas, com seus erros, são indispensáveis pois, com isso, levam os alunos

a discutirem quanto aos métodos de teste, resultados dos grupos dentre outros, elaborando assim seus conceitos e entendimentos sobre os assuntos estudados.

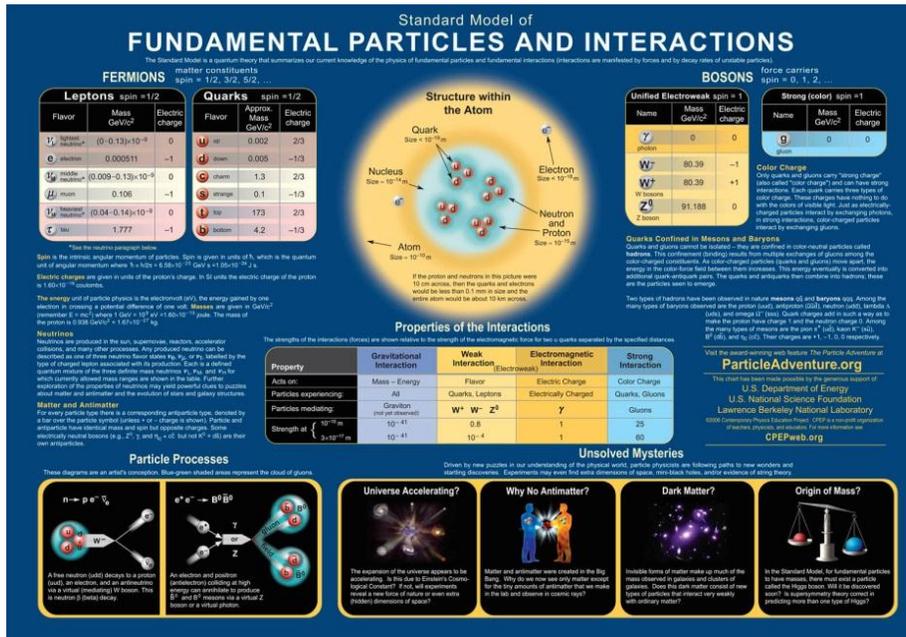
No próximo momento, para facilitar o entendimento dos alunos a respeito dos modelos atômicos, utilizou-se um vídeo (<https://www.youtube.com/watch?v=58xkET9F7MY>) que traz uma abordagem histórica seguindo uma ordem cronológica problematizada. Essa discussão histórica permite ao aluno entender como o pensamento científico evolui perante uma mesma realidade, pois o que mudam são os modelos, mas não a realidade. Na verdade, uma nova ideia de átomo, ou seja, um novo átomo, para explicar uma realidade que não mudou. A mudança que ocorre é no nosso conhecimento sobre a realidade (CHASSOT, 2001).

O vídeo apresentado encontra-se disponível no endereço eletrônico (<https://www.youtube.com/watch?v=58xkET9F7MY>) e foi desenvolvido pela PUC-Rio em parceria com o Ministério da Educação, o Ministério da Ciência e Tecnologia e o Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. O conteúdo do vídeo mostra de maneira organizada e divertida a evolução das representações do átomo desde a ideia do indivisível até o modelo atual. Durante a exibição do vídeo o professor fez algumas pausas, em momentos oportunos, para frisar itens relevantes e esclarecer dúvidas dos alunos.

Após finalizar o vídeo e serem esclarecidas as dúvidas, retomou-se a exploração do simulador Nanoreisen (<http://www.nanoreisen.de/espanol/index.html>) sobre as dimensões atômicas. Este simulador já foi conhecido e utilizado pelos alunos no encontro anterior, porém naquele momento, chegou-se até a dimensão do átomo sem “adentrá-lo”. Os alunos visualizaram um “átomo” com informações a respeito dos conceitos que envolvem cada nível e animações ao decorrer dos níveis explorados.

Em seguida, foram discutidas com os alunos as dimensões, composição e representações de um átomo, analisando-se suas partículas fundamentais, utilizando para isso a imagem desenvolvida pelo CPEP (Contemporary Physics Education Project), figura 14. Foram utilizadas as ilustrações da imagem para apresentar de forma pormenorizada as partes conhecidas de um átomo.

Figura 14 – Representação das partículas fundamentais e suas interações



Fonte: www.cpepphysics.org

Durante essa aula, os alunos receberam muitas informações a respeito de um átomo de maneira dinâmica, através do vídeo e do simulador. No estudo das partículas fundamentais para a construção de conceitos que, estabelecem relações entre si. Estas ferramentas contribuem na representação de símbolos, que influenciam e refletem o funcionamento cognitivo, no processo de assimilação dos conceitos. Ao final foi feito um fechamento pelo professor para auxiliar na organização dos conceitos adquiridos pelos alunos.

4.2.3 Atividade 03: Estudo da Luz

No terceiro encontro a atividade trabalhada foi o Estudo da Luz (ver apêndice C) com o objetivo de estudar o espectro eletromagnético a partir da luz visível, buscando estabelecer critérios para diferenciar as radiações presentes no espectro eletromagnético, permitindo caracterizá-la através de sua frequência e energia.

No primeiro momento, os alunos receberam uma vela, fósforos, lápis de cor e uma folha com espaço em branco para desenhar a chama da vela com suas devidas cores e ao lado do desenho relacionar as três principais cores da chama com o nível de temperatura

(ver apêndice F). Depois de feito os desenhos, os alunos deveriam responder as seguintes questões: (a) você acha que existe diferença de temperatura na chama de uma vela? (b) Existe relação entre a temperatura e a diferença de cor das regiões da chama? Por que isso acontece?

Figura 15 – Alunas desenhando a chama de uma vela

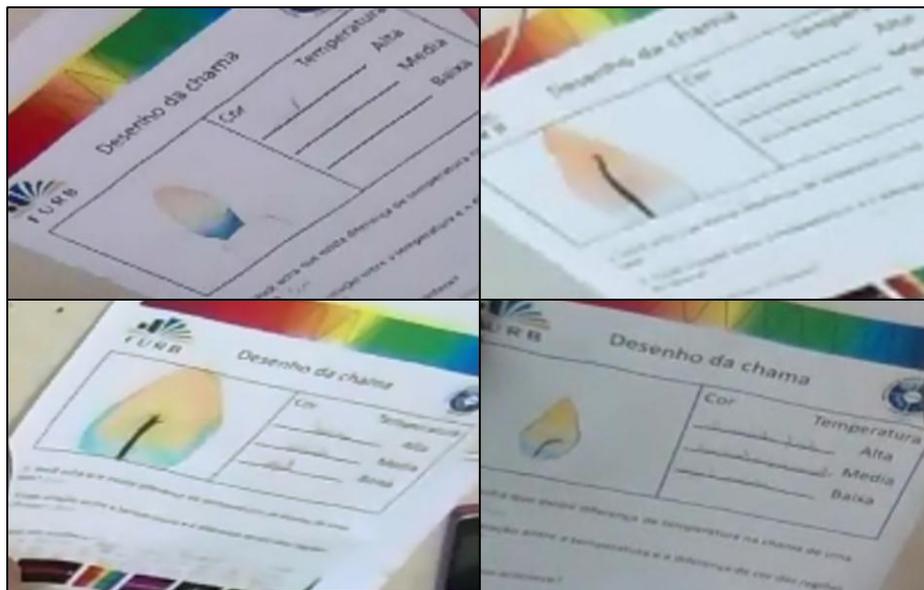


Fonte: Oficina pedagógica sobre FMC, 2013

Os alunos mostraram grande interesse em observar a chama da vela e desenhá-la com a preocupação de saber qual parte seria mais quente, conforme ilustra a figura 15. Após a vela acesa, todos observavam atentamente para diferenciar as cores da chama. “A chama é vermelha, laranjada, amarela, verdinha e azul” (A2). “Não, é azul, amarelo forte e amarelo fraquinho” (A13). De modo geral os alunos representaram a chama destacando as cores amarela, laranja e azul, conforme mostra os desenhos a seguir.

Durante esse momento, o professor circulava pelos grupos questionando-os quanto às cores representadas, qual parte era mais quente, que relação existia entre a cor e a temperatura, em qual ponto da chama havia mais energia, etc. Isso para instigar os alunos a levantarem hipóteses sobre o assunto e formularem conceitos, mesmo que, muitas vezes, desalinhados com os saberes científicos. Isso é importante pois, assim, a investigação científica se inicia quando se descobre que os conhecimentos e conceitos existentes, são insuficientes para explicar os problemas e as dúvidas que surgem. Neste momento, o professor deve novamente intervir, de maneira sutil e direcionar as investigações em direção aos conceitos científicos.

Figura 16 – Representações das cores de uma chama de vela feita pelos alunos



Fonte: Oficina pedagógica sobre FMC, 2013

A análise das respostas dos alunos indica que estes se utilizaram dos saberes comuns para representar, inicialmente, a relação entre cor e temperatura da chama da vela, pois a grande maioria representou a parte laranja da chama como sendo a mais quente. Na realidade, é a parte azul. Apenas um grupo respondeu que a parte azul seria a mais quente.

Após o professor exemplificar o fenômeno, falando do sol e de outras estrelas o aluno (A18) perguntou, “*se fosse aquecendo o sol mais e mais ele iria ficar vermelho?*” e a aluna (A5) continuou com outra pergunta, “*por que existe estrela azul?*”. A resposta veio da aluna (A4) que respondeu, “*porque a temperatura dela é diferente das outras*”. Afirmações estas, em parte alinhadas com os conceitos científicos, mas incompletas. Surgiram, também, novas questões em relação ao assunto, algumas formuladas pelos próprios alunos outras pelo professor, que foram discutidas nos pequenos grupos aguçando ainda mais a curiosidade dos alunos.

No momento de testar suas hipóteses a respeito das relações entre cor e temperatura, os grupos procederam de maneiras diferenciadas. Alguns utilizaram palitos de fósforos e outros pequenos pedaços de papel que aproximavam da chama observando em qual parte a combustão era mais rápida. Os alunos anotavam os resultados, bem como suas discussões sob a orientação pontual do professor.

É de suma importância, segundo a visão da ciência, que haja o confronto entre a teoria e os dados empíricos para verificar sua coerência, no entanto esse fator, por si só, não garante a objetividade do conhecimento científico. Apesar de a ciência trabalhar com dados, provas factuais, ela não fica isenta de erros na interpretação dessas provas. O pesquisador, cientista, explorador, por mais que se esforce, sempre estará sendo influenciado pelos seus conhecimentos prévios, vivências, convicções e ideologias.

Quadro 4 – Respostas dos alunos a questão sobre as relações entre cor e temperatura de uma chama de vela

Respostas dos Grupos	Cor	Temperatura
Grupo 01: alunos (as) (A2), (A6), (A7) e (A13).	Amarelo forte	Alta
	Amarelo fraco	Média
	Azulado	Baixa
Grupo 02: alunos (as) (A3), (A11), (A15) e (A16).	Amarelo	Alta
	Laranja	Média
	Azul	Baixa
Grupo 03: alunos (as) (A4), (A5), (A9) e (A20).	Laranja	Alta
	Amarelo	Média
	Azul	Baixa
Grupo 04: alunos (as) (A12), (A17), (A18) e (A19).	Azul	Alta
	Amarela	Média
	Laranja	Baixa
Grupo 05: alunos (as) (A1), (A8), (A10) e (A14).	Laranja	Alta
	Amarelo	Média
	Azul	Baixa

Quanto aos resultados, após a experimentação houve algo surpreendente: dois grupos (Grupo 01 e 04) chegaram a conclusão que a parte mais quente da chama é a de cor azul, mas ao continuarem com suas experimentações mudaram a resposta para a parte de cor laranja assim como os demais grupos.

Ao aproximarem os palitos de fósforos e pedacinhos de papel nas diferentes partes da chama, perceberam que este se incendiava mais rapidamente na parte laranja, que é mais abundante na chama, levando-os a teorizar que esta seria a parte mais quente. Deste modo

ao final do momento de experimentação todos os grupos afirmaram que a parte mais quente da chama da vela era a laranja, afirmação cientificamente incorreta.

Na discussão geral, como houve consenso entre os grupos em relação a parte mais quente da chama da vela, no entanto em desacordo com os conceitos científicos, o professor teve que apresenta-los aos alunos. Para isso, utilizou uma representação do espectro eletromagnético relacionando as frequências da radiação com a cor visível, bem como as radiações do espectro não visível.

Dando sequência e discussão e iniciando o momento de pesquisa, o professor apresentou um vídeo construído especialmente para a oficina de FMC que mostra como são criadas as diferentes frequências de radiação pela liberação de fótons a partir do salto quântico dos elétrons.

Como os alunos já haviam estudado as escalas atômicas e o átomo, foi possível criar uma relação didática para esclarecer as dúvidas a respeito deste fenômeno. Ao mostrar que quando um elétron recebe energia ele salta de camada eletrônica e ao retornar, ele libera essa energia quantificada, chamada de fóton, em forma de radiação pode-se ensinar um dos principais conceitos da FMC.

Para dar continuidade ao estudo da origem da radiação retomou-se a exploração do simulador “Modelos do Átomo de Hidrogênio” (http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/hydrogen-atom) onde é possível que os alunos possam “interagir” pedagogicamente, com um átomo de Hidrogênio, incidindo sobre ele radiação em várias frequências para observar os saltos do elétron nas camadas eletrônicas e sua emissão de fótons.

4.2.4 Apresentações e fechamento das atividades

No último encontro, dedicou-se a apresentação dos alunos e o fechamento das atividades, bem como o alinhamento feito pelo professor a respeito dos conceitos científicos estudados ao longo da oficina pedagógica sobre FMC.

Os grupos foram muito criativos em suas apresentações, como mostra a figura 16, utilizando-se de vídeos, maquetes, imagens e cartazes. Estes mostraram também, estarem

muito motivados em continuar a pesquisar sobre os assuntos abordados durante os encontros.

Figura 17 – Alunas durante a apresentação final na oficina pedagógica de FMC



Fonte: Oficina pedagógica sobre FMC, 2013

Ao decorrer das apresentações, os alunos apresentaram conclusões curtas, no entanto claras, a respeito dos conceitos sobre átomo, luz e suas relações com a FMC, conforme algumas afirmações selecionadas a partir das falas dos mesmos. É claro que nem todas as afirmações dos alunos estavam totalmente corretas em relação aos conceitos científicos, apresentando alguns “desvios” que foram sendo corrigidos no decorrer das discussões entre os próprios alunos e a orientação do professor. Isso faz parte do processo de assimilação de novos conhecimentos (MOREIRA, 2011).

O quadro 5, a seguir, mostra alguns comentários dos alunos durante as apresentações dos trabalhos, onde pode-se evidenciar a aprendizagem significativa em vários momentos. Por exemplo, na forma de aprendizagem representacional, aprendizagem conceitual e aprendizagem proposicional, conforme se pode perceber em alguns dos comentários dos alunos durante as atividades e em suas apresentações.

Quadro 5 – Falas dos alunos durante a apresentação de fechamento da oficina pedagógica de FMC

Respostas grupo 01: alunos (as) (A2), (A6), (A7) e (A13).	
A(7)	Proposicional <i>“fizemos muitas perguntas ao professor e o professor respondeu com mais perguntas, e pesquisamos sobre os assuntos sobre</i>

		<i>medidas, átomo, luz e as tecnologias”</i>
A(2)	<i>Conceitual</i>	<i>“mesmo que alguma coisa seja muito pequena, pode ser medida e mesmo que a gente não consiga ver ela existe como o átomo”</i>
A(6)	<i>Proposicional</i>	<i>“o átomo não é a menor parte da matéria, mas é bem pequeno e a gente não consegue ver ele sem a ajuda de máquinas modernas [...] o átomo é dividido em várias partes, prótons, elétrons e outras partículas elementares que são os Quarks [...] e o átomo é tudo isso junto”</i>
A(13)	<i>Conceitual</i>	<i>“a luz é feita de pequenos pacotes de energia, ela não tem massa, mas tem energia”</i>
A(7)	<i>Conceitual</i>	<i>“os fótons que formam a luz e saem do átomo quando o elétron muda de órbita”</i>
A(7)	<i>Conceitual</i>	<i>“a luz azul tem mais energia que a luz vermelha porque a frequência eletromagnética delas é diferente”</i>
A(2)	<i>Conceitual</i>	<i>“eu aprendi que o átomo não é a menor parte da matéria mas todas as coisas são feitas de átomos”</i>
Respostas grupo 02: alunos (as) (A3), (A11), (A15) e (A16).		
A(3)	<i>Conceitual/ Representacio nal</i>	<i>“o átomo em alguns séculos atrás era considerado como a menor parte da matéria, mas depois foi descoberto que ele tem outras partes que são os elétrons, prótons, neutros e ainda outras partes bem pequenas que são chamadas de partículas”</i>
A(11)	<i>Conceitual</i>	<i>“e o mais importante que a luz também é formada por átomos, quer dizer o átomo libera os fótons que são cheios de energia e é isso que é a luz”</i>
A(3)	<i>Conceitual</i>	<i>“a luz não tem massa, só energia”</i>
A(3)	<i>Conceitual</i>	<i>“o elétron e o próton possuem massa mas é bem pequenininha”</i>
A(15)	<i>Representacio nal/Proposici onal</i>	<i>“é legal que da de comparar a temperatura de uma chama pela cor dela, porque quanto mais quente quer dizer que a frequência é maior e a onda é mais pequenininha [...] é uma onda bem pequena que vibra muito, mas muito rápido e isso emite radiação que é a mesma coisa que luz só que tem umas que a gente não vê”</i>

A(16)	Proposicional	<i>“ela quis dizer que a chama mais quente é a azul, porque tem mais energia e também é a mais quente”</i>
Respostas grupo 03: alunos (as) (A4), (A5), (A9) e (A20).		
A(9)	Conceitual	<i>“massa é a quantidade de matéria que um corpo ou alguma coisa possui, que não varia, sendo a mesma em qualquer lugar da terra ou fora dela”</i>
A(20)	Proposicional /Conceitual	<i>“os valores de massa variam dependendo da dimensão que observamos, sendo muito pequena ou muito grande, mas sempre encontramos um valor de massa para qualquer parte de um corpo”</i>
A(9)	Proposicional	<i>“a luz não tem massa, mas tem energia que no final das contas a energia pode ser transformada em massa, mas a luz não pesa”</i>
A(5)	Representacio nal	<i>“vimos que o átomo já foi representado de muitas maneiras, desde o modelo do Dalton até o mais moderno que parece uma nuvem sem um lugar certo pro elétron”</i>
A(4)	Representacio nal	<i>“no início a gente achava que o átomo era a menor parte das coisas, mas depois vimos que tem outras partes dentro dele que são mais pequenas ainda”</i>
A(20)	Proposicional /Representaci onal	<i>“o átomo não é a menor parte da matéria e não é uma bolinha como eu pensava”</i>
A(4)	Representacio nal	<i>“existem muitas coisas ao nosso redor cada uma com uma forma diferente e também com muitos tamanhos mas todas são feitas de átomos e os átomos também são diferentes uns dos outros e se juntam para formar uma molécula como a de DNA que a gente viu no site que o professor mostrou e tudo isso é muito pequeno que não dá de ver seu microscópio”</i>
A(9)	Representacio nal	<i>“eu não sabia quase nada sobre o átomo e aprendi que tem muita coisa dentro dele e que ele é muito pequeno mesmo”</i>
A(9)	Conceitual	<i>“é engraçado como que a luz pode ser mais quente ou mais fria dependendo da cor”</i>
A(20)	Conceitual	<i>“eu achei muito legal saber que a luz é uma radiação igual as que a</i>

		<i>gente ouve falar nos filmes só que em uma frequência diferente que a do Raio X”</i>
A(5)	<i>Representacional</i>	<i>“tudo o que a gente viu mostrou um maneira diferente de ver as coisas que a gente vê”</i>
Respostas grupo 04: alunos (as) (A12), (A17), (A18) e (A19).		
A(17)	<i>Conceitual/ Representacional</i>	<i>“o primeiro modelo do átomo feito por Dalton era maciço e indivisível, e era a menor parte das coisas, depois os modelos foram mudados porque depois de fazer alguns estudos outros cientistas viram que o átomo podia ser dividido e aí representaram ele de outro jeito”</i>
A(19)	<i>Representacional/Proposicional</i>	<i>“como a gente viu mudaram o jeito de representar o átomo, mas o átomo de verdade não mudou, quer dizer o átomo continua sendo o mesmo de sempre, né, só o jeito de representar que é mais moderno”</i>
A(12)	<i>Conceitual/ Representacional</i>	<i>“é muito interessante saber que a luz é feita por pequenas quantias de energia que a gente aprendeu que é os fótons, que são liberados pelos elétrons do átomo”</i>
Respostas grupo 05: alunos (as) (A1), (A8), (A10) e (A14).		
A(1)	<i>Representacional</i>	<i>“o átomo tem várias histórias e cada um que foi criando a representação fez de uma forma diferente”</i>
A(1)	<i>Conceitual/ Proposicional</i>	<i>“a gente fez muitas perguntas e essas levaram a outras perguntas sobre o átomo, a luz e que eles são”</i>
A(14)	<i>Representacional</i>	<i>“o átomo não é a menor parte da matéria, como esse que é o átomo de carbono que tem vários elétrons girando ao redor no núcleo”</i>
A(8)	<i>Conceitual</i>	<i>“a luz é uma radiação que a gente consegue ver mas, tem muitas outras radiações que a gente não pode ver que estão em outras frequências”</i>
A(10)	<i>Conceitual</i>	<i>“a gente viu também que quem forma a luz são os fótons e que definem a cor da luz que a gente vê e a mais quente é a que vai pra cor azul porque tem mais energia que a vermelha”</i>
A(8)	<i>Proposicional</i>	<i>“por causa da frequência eletromagnética”</i>

Após alinhamento dos conceitos científicos entre todos os presentes, foi finalizada a oficina pedagógica sobre FMC com alunos do ensino médio, com participação ativa dos alunos nas discussões sobre os assuntos estudados. Durante todos os encontros, os alunos apresentaram-se motivados para pesquisar na busca das respostas das perguntas que foram surgindo ao decorrer das discussões, sendo que, cada vez mais, passaram a formular perguntas juntamente com os colegas a respeito de conceitos que surgiam como verdadeiros ou não.

Não foi possível realizar um pós-teste com os alunos participantes da oficina pedagógica. Principalmente devido ao tempo disponível e a diversidade da turma para, reuni-los em uma nova data, seria bastante complicado e demandaria grande esforço. O fato do acompanhamento pelo professor e pesquisador durante toda a oficina pedagógica evidenciando os comportamentos e atitudes dos alunos, bem como seus registros, apresentam subsídios suficientes para evidenciar os níveis de aprendizagem dos alunos. Assim, com base nas análises das falas e atitudes dos alunos durante os encontros e em suas apresentações, fica claro que houve aprendizagem, sendo que os alunos relacionaram de maneira interativa os novos conhecimentos a sua estrutura cognitiva prévia, modificando-a, enriquecendo-a, elaborando-a e dando significados a esses conhecimentos (MOREIRA, 2013). Com isso, evidenciam-se três tipos de aprendizagem significativa: representacional (de representações), conceitual (de conceitos) e proposicional (de proposições), conforme materiais apresentados.

5 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Após a aplicação, acompanhamento e análises da oficina pedagógica sobre Física Moderna e Contemporânea a alunos do Ensino Médio, utilizando-se da estratégia denominada *Hands-on-Tec* (mãos na tecnologia), pode-se chegar a algumas conclusões a respeito dos conhecimentos prévios dos alunos sobre conceitos de FMC, a aplicabilidade e eficiência da *Hands-on-Tec* como estratégia pedagógica para trabalhar conceitos de FMC.

Quanto aos conhecimentos prévios dos alunos sobre conceitos de FMC e suas relações com as tecnologias disponíveis, estes mostraram ter apenas informações sobre o assunto sem que este tenha se transformado em conhecimento e mesmo essas informações são limitadas em termos conceituais. Os alunos mostraram conhecer alguns termos científicos relacionados à FMC e suas possíveis relações com as tecnologias disponíveis, mas sem que possam definir como e onde esses se enquadram neste contexto.

Segundo suas respostas no pré-teste, os alunos mostraram ter interesse em saber mais sobre assuntos como Raio X, relatividade, energia solar, dentre outros, pois são assuntos que, aos seus olhos, parecem ser interessantes e possuem relações com seu dia a dia. No entanto, isso não quer dizer que estes alunos estão dispostos a enfrentar um longo período de estudos aprofundados para entender esses conceitos. Mas, em função das informações que estes têm a disposição nos meios de comunicação (internet, noticiários, etc.) esses termos tornam-se potencialmente significativos para ancorar conceitos científicos que podem ser trabalhados com esses alunos dentro e fora da sala de aula, durante as disciplinas regulares ou não.

Em relação ao conteúdo apresentado na oficina pedagógica por meio de uma sequência didática, pode-se perceber que os conceitos puderam ser assimilados de maneira sequencial e organizada. Outro ponto que deve ser ressaltado é que, iniciando este estudo a partir de escalas concretas de medida, algo que os alunos podem medir, manipular os objetos e visualizar as diferentes dimensões, os assuntos se relacionam de maneira não-arbitrária com o conhecimento já existente na estrutura cognitiva dos alunos. Ou seja, “o relacionamento não é com qualquer aspecto da estrutura cognitiva, mas sim com conhecimentos especificamente relevantes” (MOREIRA, 2013, p. 2). Isto indica que novas ideias, conceitos, proposições, sejam aprendidos e retidos na medida em que outras ideias,

conceitos, proposições, especificamente relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do sujeito e funcionem como pontos de “ancoragem” aos primeiros (MOREIRA, 2013).

Com a utilização da *Hands-on-Tec* nesta oficina pedagógica foi possível resgatar a participação e a motivação dos alunos, por meio da apresentação de novos assuntos de maneira dinâmica e contextualizada utilizando-se, para isso, tecnologias educacionais como os computadores para interagir com simuladores eletrônicos. A *Hands-on-Tec* proporciona uma potencialização da figura do aluno como sujeito ativo no processo de aprendizagem pois, durante as discussões, não é somente o professor que fornece as respostas, mas os alunos que as identificam dentre as várias opiniões apresentadas e testadas. No entanto, de modo algum o professor torna-se sujeito passivo nesse processo, muito pelo contrário, é o grande responsável em conduzir os alunos a descoberta⁸ e ao alinhamento dos novos conceitos de acordo com o rigor científico e os objetivos pedagógicos da aula.

A descoberta, discussão, experimentação, inferência, questionamentos e resolução de problemas pelos alunos favorecem a assimilação dos novos conceitos, pois o que é incorporado à estrutura cognitiva é a substância do novo conhecimento, das novas ideias, não apenas os termos utilizados para expressá-los, sendo que o mesmo conceito pode ser expresso ou entendido de diferentes maneiras, através de distintos signos ou grupos de signos, equivalentes em termos e significados variando de aluno para aluno. Uma aula baseada na *Hands-on-Tec* proporciona ao aluno a construção de novos conceitos a partir daquilo que o aluno já sabe ou imagina, sendo que os novos conhecimentos adquirem significados, por um processo interativo ancorando-se em conhecimentos prévios relevantes mais gerais e inclusivos já existentes na sua estrutura cognitiva.

A *Hands-on-Tec* orientou o professor a conduzir sua aula com base em questões investigativas, constituintes de problemas reais e presentes no cotidiano do aluno para que atividades experimentais possam ser realizadas de maneira a evitar que a relação teoria-prática seja transformada em uma dicotomia. Assim a *Hands-on-Tec* pode ser considerada uma estratégia pedagógica que colabora com o ensino de FMC e auxilia, também, que as TIC sejam incorporadas na sala de aula, mas sem descartar formas de ensino já consolidadas e com grande potencial pedagógico. A *Hands-on-Tec* tem, também, como

⁸ Trata-se da descoberta pelos alunos dos conceitos científicos já formulados.

ponto positivo, o dinamismo com que a aula pode ser conduzida, o que dá ao professor autonomia para adaptar as atividades conforme o andamento da turma. Cada atividade pode ser modificada e melhorada, conforme o professor for aplicando a diferentes turmas.

Um dos impactos educacionais é a percepção de que os envolvidos mostraram sentir-se valorizados e recompensados em função da estratégia pedagógica utilizada. Constataram-se, também, mudanças atitudinais positivas, principalmente no que se refere à autonomia e interesse dos aprendizes por novas pesquisas. Consequentemente, também houve o desenvolvimento de habilidades e competências tecnológicas. Identificou-se como atividades mais frequentes realizadas pelos alunos, a pesquisa na internet, a elaboração de slides, a criação de vídeos e textos e o uso de diferentes recursos educativos digitais: planilhas eletrônicas, editores de texto, recursos multimídia, jogos, *e-mails* e *blogs*. Também se ressaltou que o computador se tornou um instrumento facilitador do processo de letramento digital, não só no uso de softwares específicos, como também de circulação de procedimentos e conteúdos de leitura e escrita auxiliando na assimilação de conceitos de FMC.

REFERÊNCIAS

ABREU, Maria Célia de. **O professor universitário em aula: prática e princípios teóricos**. 8ª ed. São Paulo: MG ed. Associados, 1990.

ANGOTTI, José André Peres. **Ensino de ciências e complexidade**. II encontro nacional de pesquisa em educação em ciências. Dep. Metodologia de Ensino e Programa de Pós-Graduação Centro de Ciências da Educação/UFSC. 2011.

AUSUBEL, David Paul; Novak, J. D.; Hanesian, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1997.

BECKER, Fernando. **Ensino e construção do conhecimento: o processo de abstração reflexionante**. Educação e Realidade, Porto Alegre, RS, v. 18, n.1, p. 43-52, 1993.

BORGES, Mauro Duro. **Física moderna e contemporânea no ensino médio: uma experiência didática com a teoria da relatividade restrita**. Dissertação (Mestrado em Física) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul. 2005.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN): Ensino Médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC, 1999.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN+ ensino médio: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC, 2002. 144 p.

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. (2008). **Um computador por aluno: a experiência brasileira**. Disponível em: http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/3464/um_computador.pdf?sequence=1. Acesso em: 02 set. 2012.

CASTILHO, Caio Mário Castro de. **Quando e Como o Homem Começou a “Ver” os Átomos!** Revista Brasileira de Ensino de Física, Vol. 25, no. 4, Dezembro, 2003. Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia. Salvador, Bahia, Brasil.

CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS. **Física e Inovação na América Latina**. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <http://mesonpi.cat.cbpf.br/inovafis/pt-br/index.htm>. Acesso em: 12 fev. 2013.

CHASSOT, Atico. **Alfabetização científica**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2001.

CHEVALÉRIAS, François.(org). **Enseigner les sciences à l' école** – cycles 1, 2 et 3. Edith Saltiel – La main à la pâte; université Paris 7 Jean-Pierre Sarmant, inspeção geral da educação nacional. 2002.

CHEVALÉRIAS, François et al. **Ensinar Ciências na Escola: da educação infantil à quarta série**. Centro de Divulgação Científica e Cultural – CDCC – USP. São Carlos. 2005.

DANTE, Luiz. Roberto. **Didática da resolução de problemas de matemática**. 2. ed. São Paulo: Ática, 1991.

DELORS, Jacques.(org.). (1998) **Educação: Um Tesouro a Descobrir**. Relatório da Comissão Internacional sobre a Educação para o Século XXI. UNESCO. 1998.

GERHARDT, Tatiana Engel (Org.) ; SILVEIRA, D. T. (Org.) . **Métodos de Pesquisa**. 1. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GRECA, Ileana M.; SANTOS, Flávia M. T. dos. **II Encontro Internacional: Linguagem, Cultura e Cognição – reflexões para o ensino**. Belo Horizonte, 2003.

HAMMES, Odair. **O ensino das funções e do movimento de queda livre dos corpos: uma proposta para as disciplinas de matemática e ciências**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) – Centro de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Regional de Blumenau. Blumenau, 2010.

HAWKING, Stephen William. **Uma Breve História do Tempo**. 3. ed. Rio de Janeiro: Rocco, 1988.

_____. **O universo numa casca de noz**. 3. ed. São Paulo: Mandarim, 2006.

_____. **The grand design**. New York: Bantam Books, 2010.

HEISENBERG, Werner. **A parte e o todo**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

_____. **Física e filosofia**. 2. ed. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1987.

KAKU, Michio. **A física do futuro: como a ciência moldará o destino humano e o nosso cotidiano em 2100**. Rio de Janeiro: Rocco, 2012.

LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica 1**. 5 ed. São Paulo : Atlas, 2003.

LUIZ, Adir Moysés; SANTOS, W. M. S. **A Supercondutividade e suas Aplicações: Um Tema para Aulas de Física Moderna no Ensino Médio**. In: XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física O Ensino no Ano Mundial da Física, 2005, Rio de Janeiro. CD-ROM e página da Internet contendo os trabalhos do XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física O Ensino no Ano Mundial da Física, 2005. p. 1-4.

MACHADO, Daniel Iria; NARDI, Roberto. **Construção de conceitos de física moderna e sobre a natureza da ciência com o suporte da hipermídia**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, n. 4, p. 473-485, 2006.

MACHADO, Marcelo Araújo; OSTERMANN, Fernanda. **Unidades didáticas para a formação de docentes das séries iniciais do ensino fundamental**. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2006.

MELHORATO, Rodrigo Lima; NICOLI, Gustavo Tosta. **Da física clássica à moderna: o simples to que de uma sirene**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 34, n. 3, 3311 2012.

MELO, Marlene Rios; LIMA NETO, E. G. **Dificuldades de Ensino e Aprendizagem de Modelos Atômicos em Química**. Química Nova na Escola (Impresso), v. 35, p. 112-122, 2013.

MENDES, Geisa Vaz. **Uma reflexão para o Dia do Professor**. Jornal da PUC-Campinas. Ano IV - Número 62 17 a 30 de março/2008. Pag. 4.

MORAIS, Angelita; GUERRA, Andreia. **História e a filosofia da ciência: caminhos para a inserção de temas física moderna no estudo de energia na primeira série do Ensino Médio**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 35, n. 1, 1502, (2013).

MOREIRA, Marco Antonio; BUCHWEITZ, B. ; ROSA, P. R. S. . **Alunos bons solucionadores de problemas de Física: caracterização a partir da análise de testes de associação de conceitos**. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 15, p. 22-60, 1993.

MOREIRA, Marco Antonio; MASSONI, Neusa ; OSTERMANN, Fernanda . **História e Epistemologia da Física na Licenciatura em Física: uma disciplina que busca mudar as concepções dos alunos**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, p. 127-134, 2007.

MOREIRA, Marco Antônio. **Aprendizagem significativa**. Brasília: Editora da Unb, 1999a.

_____. **Aprendizagem Significativa: Um Conceito Subjacente**. Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review – V1(3), pp. 25-46, 2011. Instituto de Física da UFRGS.

_____. **Al final, que és aprendizaje significativo?**. Currículum (La Laguna), v. 25, p. 29-56, 2012.

NOVAK, Joseph D. **Aprender a Aprender**. Tradução de Carla Valadares. 1. ed. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996.

OHANIAN, Hans C. **Os erros de Einstein: as falhas humanas de um gênio**. 1. ed. São Paulo: Larousse Brasil, 2009.

OLIVEIRA, Fabio Ferreira de. **Física moderna no ensino médio**: o que dizem os professores. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 3, p. 447-454, 2007.

OSTERMANN, Fernanda; MOREIRA, Marco Antonio. **Uma Revisão Bibliográfica Sobre a Área de Pesquisa “Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio”**. Porto Alegre: Investigações em Ensino de Ciências – V5(1), pp. 23-48, 2000.

PELIZZARI, Adriana. **Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel**. Rev. PEC, Curitiba, v.2, n.1, p.37-42, jul. 2002.

PEREIRA, Denis Rafael de Oliveira. **Ensino de física no nível médio**: tópicos de física moderna e experimentação. Revista Ponto de Vista – Vol. 3. 2002. Departamento de Física Universidade Federal de Viçosa, MG.

POZO, Juan Egnacio. **A aprendizagem e o ensino de ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

PUJOL, Rosa. **Educacion Científica para la ciudadanía em formación**. In: Alambique, n. 32, abril, 2002.

RODRIGUES, Marcia Helena Freitas. **A introdução da física moderna no ensino médio**: uma proposta metodológica baseada no enfoque CTS visando a aprendizagem significativa. 2009. 104 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2009.

ROSA, Valdir; SANTOS ROSA, Selma; SOUZA, Carlos Alberto. **Hands-on-Tec**: estratégia pedagógica e tecnologias móveis. In: Gomes M.J.; Osório A.J.; Ramos A.; Silva B.D.; Valente L.. (Org.). Challenges 2013: Aprender a qualquer hora e em qualquer lugar, learning anytime anywhere. 1ed. Braga: Centro de Competência TIC do Instituto de Educação da Universidade do Minho, 2013, v. 1, p. 581-592.

ROSA, Valdir, SILVA, Ester Evelyn Rossoni da. (2012). **Laptops Educacionais no Ensino de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. EDUCASUL - 2012. Disponível em: <http://www.educasul.com.br/2012/Anais/Valdir.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2013.

ROSSI, Cláudio. **Arte e Psicanálise na Construção do Humano**. Ciência e Cultura. vol.61 no.2 São Paulo, 2009.

SILVA, Cristiane Rocha; GOBBI, Beatriz Christo; SIMAO, Ana Adalgisa. **O uso da análise de conteúdo como uma ferramenta para a pesquisa qualitativa**: descrição e aplicação do método. Organizações Rurais e Agroindustriais, Lavras, MG, 2005.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3 ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC: 2001.

SILVEIRA, Fernando Lang. **Determinismo, previsibilidade e caos**. Instituto de Física da UFRGS, Cad.Cat.Ens.Fís., v.10, n.2: p.137-147, Porto Alegre, 1993.

SIQUEIRA, Maxwell Roger da Purificação. **Professores de física em contexto de inovação curricular**: saberes docentes e superação de obstáculos didáticos no ensino de física moderna e contemporânea. 2012. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-04102012-133540/>. Acesso em: 20 jun. 2013.

SONZA, Aline Picoli. **Uma introdução de tópicos de Física moderna no ensino médio**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física e de Matemática) – Centro Universitário Franciscano de Santa Maria. Santa Maria, 2007.

SOUZA, Carlos Alberto. **A Investigação-ação Escolar e Resolução de Problemas de Física**: o potencial dos meios tecnológicos-comunicativos. CED/UFSC. Divulgação Científica e Cultura - USP. São Carlos. 2004.

STACHEL, John. **1905 e tudo o mais**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 27, n. 1, p. 5 - 9, (2004). Artigos de Einstein e ensaios sobre sua obra. Departamento de Física e Centro de Estudos de Einstein, Universidade de Boston, Boston, EUA.

TERRAZZAN, Eduardo Adolfo. **A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de 2º grau**. Cad.Cat.Ens.Fís., Florianópolis, v.9,n.3: p.209-214, dez.1992.

TEZANI, Thaís Cristina Rodrigues. **A Educação escolar no contexto das tecnologias da informação e da comunicação**: desafios e possibilidades para a prática pedagógica curricular. In: revista FAAC, Bauru, v. 1, n. 1, p.35 – 45, abr. 2011.

VALADARES, Eduardo de Campos. **Ensinando física moderna no segundo grau**: efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro. Cad.Cat.Ens.Fís., v. 15, n. 2: p. 121-135, ago. 1998.

VERASZTO, Estéfano Vizconde. **Tecnologia**: Buscando uma definição para o conceito. São Paulo: PRISMA.COM, 2008.

WANDERLEY, Marta Maria Silva De Faria. **O ensino da língua portuguesa nas séries iniciais do ensino Fundamental**: processos de aprendizagem em situações Lúdicas. Universidade do Estado Da Bahia. Disponível em: http://alb.com.br/arquivo-morto/edicoes_antiores/anais17/txtcompletos/sem04/COLE_4053.pdf. Acesso em: 12 dez. 2012.

YOUNG, Hugh D. **Ótica e física moderna**. São Paulo: Addison Wesley, 2009.

ZARATE, Oscar. **Entendendo Teoria Quântica**. São Paulo: Leya, 2012.

**APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL - UNIDADE DIDÁTICA 01 - Estudo
das Escalas**

ESTUDO DAS ESCALAS

Autor: Fernando Candido

Público alvo (ano): Alunos a partir do 9º ano Carga horária da atividade (4h-a)

1. TÍTULO: QUAL É A MENOR MEDIDA?

2. **OBJETIVO:** O objetivo da atividade é estudar as medidas de comprimento e massa em varias escalas, para que os alunos possam desenvolver a noção de dimensão e chegarem ao entendimento de que existe uma limitação para as medidas exatas, obtendo-se a partir daí medidas com graus de precisão variados até chegar à escala atômica e na definição da menor parte da matéria.

3. DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE PARA O PROFESSOR:

Nesta etapa o objetivo é que os alunos façam as medições e percebam a redução de escala até chegar a um ponto que se torna impossível de efetuar medições com os equipamentos que eles têm disponível e que o olho humano tem uma limitação a partir de certo nível, como enxergar objetos menores que um fio de cabelo, no entanto mesmo que não possamos enxergar ainda existem coisas menores que compõem o objeto maior.

Etapas:

- O professor apresenta a atividade aos alunos e em seguida distribui o texto 01 para que eles possam recordar os conceitos a respeito das unidades de medida.
- Os alunos deverão medir a massa e o comprimento dos materiais que serão entregues pelo professor.



Figura 1. Materiais que podem ser utilizados

- Os alunos deverão registrar os valores referentes a massa e o comprimento de cada objeto na tabela 01.
- Os alunos devem tentar responder em grupo as questões propostas.
- Em seguida o grupo registra a discussão.



4. TEORIA:

Texto 01

Ao nosso redor existem inúmeras coisas cada uma com tamanho, forma e massa diferente. Percebemos as diferenças entre as alturas das pessoas, das árvores, dos prédios, das casas, das pedras, das folhas, etc., mas geralmente não paramos para medi-las. Medir é um processo realizado para quantificar a diferença existente entre dois objetos, por exemplo, uma régua e um pedaço de papel. Tudo aquilo que pode ser medido chama-se "grandeza", assim, o peso, o comprimento, o tempo, o volume, a área, a temperatura, são "grandezas". Ao contrário, visto que não podem ser medidas, não são grandezas a Verdade ou a Alegria. Essas grandezas são definidas pelo Sistema Internacional de medidas com unidades específicas para cada uma. Existem sete unidades básicas e a partir dessas podem se derivar todas as outras unidades existentes.

Grandeza	Unidade	Símbolo
Comprimento	metro	m
Massa	quilograma	kg
Tempo	segundo	s
Corrente elétrica	ampère	A
Temperatura termodinâmica	kelvin	K
Quantidade de matéria	mol	mol
Intensidade luminosa	candela	cd

Comprimento: é uma magnitude criada para medir a distância entre dois pontos e as suas unidades são:

Múltiplos			Unidade Fundamental	Submúltiplos					
quilômetro	hectômetro	decâmetro	metro	decímetro	centímetro	milímetro	micrômetro	nanômetro	
km	hm	dam	m	dm	cm	mm	μm	nm	
1.000m	100m	10m	1m	0,1m	0,01m	0,001m	0,000001m	0,000000001m	

Massa: é a quantidade de matéria que um corpo possui, sendo, portanto, constante em



qualquer lugar da terra ou fora dela. A unidade fundamental de massa chama-se quilograma. O quilograma (kg) é a massa de 1dm^3 de água destilada à temperatura de 4°C . Apesar de o quilograma ser a unidade fundamental de massa, utilizamos na prática o grama como unidade principal de massa.

Múltiplos			Unidade principal	Submúltiplos				
quilograma	hectograma	decagrama	grama	decigrama	centigrama	miligrama	micrograma	nanograma
kg	hg	dag	g	dg	cg	mg	μg	ng
1.000g	100g	10g	1g	0,1g	0,01g	0,001g	0,000001g	0,00000001g

Links para consulta:

<http://www.somatematica.com.br/fundam/comprimento/comprimento.php>

<http://www.somatematica.com.br/fundam/medmassa.php>

http://www.educ.fc.ul.pt/icm/icm2002/icm204/medidas_de_comprimento.htm

http://www.ufrgs.br/museudetopografia/Artigos/Unidades_de_Medida_Antiga.pdf

http://www.inmetro.gov.br/infotec/publicacoes/si_versao_final.pdf

Link para vídeo ilustrativo:

<http://www.youtube.com/watch?v=Xth1pTNwF10>

<http://www.youtube.com/watch?v=tut5MKgfMwk>

<http://www.youtube.com/watch?v=wdleLUG4OpU>

<http://www.youtube.com/watch?v=0yp5zQhTstY>

OBSERVAÇÃO: Professor faça os experimentos antes de realizá-los na sala de aula.

FASE 1

5. **PROBLEMA:** QUAL É O COMPRIMENTO E A MASSA DOS OBJETOS? QUAL É O MENOR OBJETO QUE CONSEGUIMOS ENXERGAR E MEDIR?

6. MATERIAIS



- Régua;
- Balança pequena;
- Paquímetro;
- Micrômetro;
- Pedacos de madeira;
- Folhas de papel, cartolina e papelão;
- Pregos;
- Botões;
- Clips;
- Pedacinhos de arame;
- Fio de nylon;
- Fio de cabelo;

7. DISCUSSÃO PARA RESOLVER O PROBLEMA:

Os alunos têm ideias sobre os eventos do dia-a-dia, embora essas ideias sejam por vezes incompletas, contraditórias e incorretas em termos científicos. Os professores devem partir das ideias dos alunos e recorrer às atividades que os ajudem a rever essas ideias e a chegar a explicações novas e mais coerentes. O debate, em pares, pequeno grupo ou no grupo turma, ajuda os alunos a clarificar as suas ideias. Ouvir as ideias dos outros, concordar / discordar e chegar a conclusões em conjunto, são etapas importantes que deverão ter lugar durante todo o processo. **(os alunos discutem e o professor acompanha orientando somente quando necessário. NÃO dar respostas):**

8. NOVAS QUESTÕES:

- a) Como posso medir a espessura de uma folha de papel, pois ela é tão fininha?
- b) Como posso determinar a massa e a espessura de um fio de cabelo?
- c) Qual é a dimensão do menor pedaço de um corpo?
- d) Existe um pedaço tão pequeno que não será mais possível dividi-lo?
- e) Até qual tamanho é possível enxergar a matéria?
- f) A menor parte da matéria possui massa?

9. HIPÓTESE(S): **(os alunos elaboram hipóteses e registram):**

Aprender sobre aspectos da realização de uma investigação é importante na compreensão da natureza da ciência. Em geral, o processo tem início numa conversa na turma para esclarecer uma questão e identificar os elementos do fenômeno que são importantes estudar.



- Se a investigação envolver trabalho experimental é muito importante à identificação das variáveis e analisar como os alunos pensam em medi-las.
- Se a investigação for de observação, é importante decidir sobre o que observar como fazer a observação e recolher os dados.

10. TESTAR (testar as hipóteses e caso não solucione o problema, começar novamente):

Espera-se que os alunos desenvolvam diferentes competências, a saber, fazer observações rigorosas, formular perguntas, fazer previsões, analisar dados e defender pontos de vista com base nos dados e informações disponíveis.

Os erros são debatidos com a turma, na verdade não existem erros, mas sim procedimentos que divergem e produzem resultados alternativos a serem discutidos.

11. REGISTRO: (descrição e fotos e filmagens podem ser feitas pelo celular ou outro tipo de câmera):

Quando os alunos fazem registos das atividades realizadas, estão a aprender e tomam consciência do seu progresso, recordam o que foi aprendido e percebem o desenvolvimento raciocínio. Os registos podem ter a forma de textos, esboços, organogramas, gráficos, tabelas, desenhos ou pôster.

Estes registos podem ainda servir para avaliação da aprendizagem dos alunos.

FASE 2

12. DISCUSSÃO GERAL (o professor promove uma discussão e fechamento da atividade, questionando os alunos a respeito das teorias científicas para explicação dos fenômenos observados. Questionar as equipes sobre as aplicações dos conhecimentos utilizados nessa atividade. As TIC devem auxiliar: vídeo e/ou notícia de jornal, etc).

Neste momento o professor irá iniciar a segunda fase da atividade depois de os alunos já terem discutido entre si e formulado algumas hipóteses gerando novas questões e

despertando dúvidas. O professor deverá utilizar as tecnologias para demonstrar aos alunos o que acontece além do que os olhos conseguem ver. Será utilizado para isso o site (<http://www.nanoreisen.de/>) que apresenta uma visão escalar do mundo. Ele faz uma imagem ao interior da matéria com explicações conceituais em cada etapa. Infelizmente não existe uma versão em português sendo necessário que o professor tenha o conhecimento a respeito das escalas e do nível escalar que se encontra cada parte, mas o importante neste caso é que o professor faça a viagem ao interior da matéria com os alunos explicando cada etapa brevemente até chegar ao átomo. O estudo pormenorizado do átomo será feito em uma próxima atividade, não necessitando que o professor explique os detalhes a respeito do átomo.

Etapas da viagem ao interior da matéria:

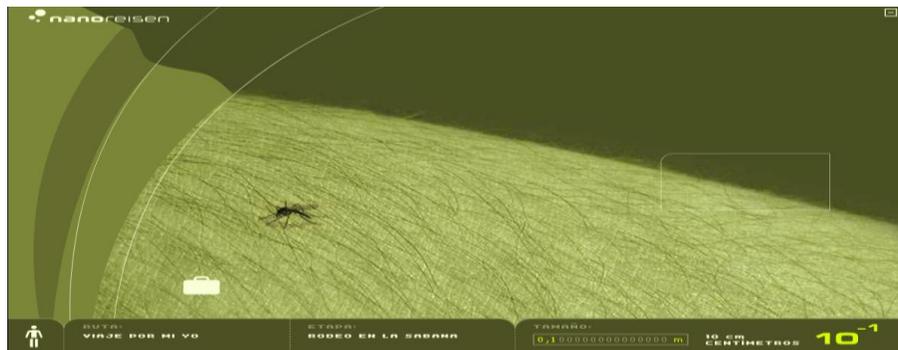
Após acessar o site (<http://www.nanoreisen.de/>) e escolher o idioma terá três opções de caminhos para o interior da matéria: (1) viagem pelo interior do corpo; (2) Terra dos Bits e (3) Pontos brilhantes, pode-se optar por qualquer caminho, pois os três irão chegar ao átomo. Para esta atividade vamos seguir pelo caminho (1), por ter termos que são mais familiares aos alunos, mas nada impede que o professor siga por qualquer um dos outros. Outro ponto importante é a respeito do site, que em cada etapa da viagem possui muitas informações importantes e detalhadas que podem ser usadas nesta ou em outras atividades ou até mesmo em um trabalho interdisciplinar. Aqui apresentaremos os itens resumidamente.

- I. Neste primeiro momento estamos em uma escala de **1 metro**, vemos as coisas do cotidiano como mesas, pessoas, carros computadores, mas sem ver muitos detalhes.



- II. Agora aproximamos nosso olhar em dez vezes, ou seja, na casa dos 10 centímetros. Podemos observar melhor os detalhes, como os pelos do braço e um inseto sobre ele. (pedir

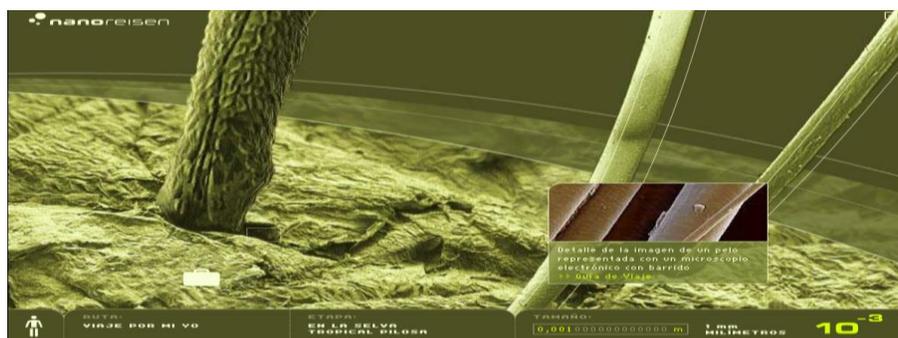
para os alunos olharem para seus braços e verificarem os detalhes).



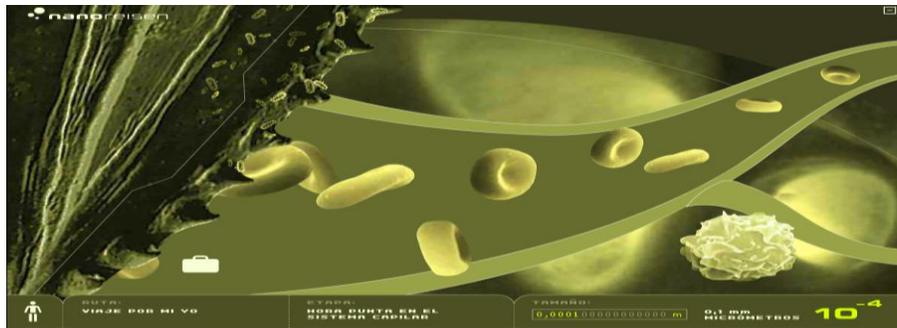
III. Vamos aproximar mais dez vezes (1 cm). Vemos mais detalhes da superfície da pele e também de um inseto, com suas partes bem definidas.



IV. No nível dos milímetros estamos vendo o probóscide de um pernilongo e alguns fios de pelos, bem como detalhes da pele. É importante ressaltar que a menor parte da matéria que o olho humano consegue ver sem a ajuda de lentes é um fio de cabelo que tem diâmetro em média de 0,07 mm, a partir daí somente com a ajuda de microscópio.



V. Na escala de 0,1 mm são possível ver vasos capilares sanguíneos e dentro deles plaquetas, leucócitos (glóbulo branco) e hemácias.



VI. Adentrando em um linfócito que é um tipo de glóbulo branco passamos para o nível de dez micrômetros ($10 \mu m$) podendo visualizar o núcleo da célula.



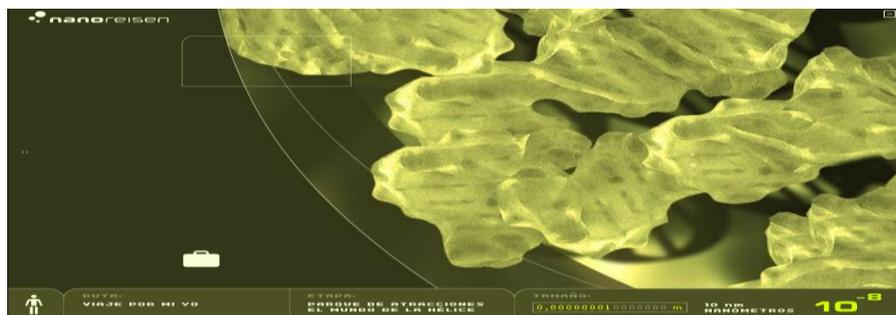
VII. Aproximando-se mais dez vezes situando-se a gora na dimensão de um micrômetro ($1 \mu m$) observa-se o retículo endoplasmático. O retículo endoplasmático está envolvido na síntese de proteínas e lipídios, na desintoxicação celular e no transporte intracelular.



VIII. Aproximando-se mais dez vezes $0,1$ micrômetro ($0,1 \mu m$) pode-se observar os fios de cromatina. A cromatina (do grego *chromatos*, cor) é um conjunto de fios, cada um deles formado por uma longa molécula de DNA associada a moléculas de histonas, um tipo especial de proteína. Esses fios são os cromossomos.



IX. Na escala de dez nanômetros (10 nm) ou 0,01 micrômetros podemos observar a estrutura do DNA (ácido desoxirribonucleico) que é uma molécula de cadeia dupla torcida como uma escada/hélice em espiral contendo as instruções genéticas que coordenam o desenvolvimento e funcionamento de todos os seres vivos.



X. No interior da molécula de DNA, na escala de um nanômetro (1 nm) ou 0,000000001 metros observamos, a citosina, adenina, guanina e timina que são as bases químicas do DNA. No interior da molécula de DNA e codificam as instruções genéticas da células.



XI. Na escala de 0,1 nanômetros (0,1 nm) temos a representação de um átomo de carbono com seus seis elétrons orbitando o núcleo e formando uma nuvem difusa.



Assim chega ao fim a primeira fase da viagem ao interior da matéria partindo de uma escala de um metro para 0,0000000001 metros ou 0,1 nanômetros. Isso mostra que as dimensões de medida vão muito além do que nossos olhos em condições naturais podem ver.

É importante que o processo de análise dos resultados obtidos se realize no final da investigação e que nesse processo estejam envolvidos todos os alunos.

FASE 3

13. COMPLEMENTO DA ATIVIDADE

(Os alunos poderão utilizar o computador para pesquisar sobre mais informações a respeito dos conceitos relacionados ao experimento e a apresentação)

14. RELATÓRIO INDIVIDUAL (descrever a atividade, seguindo os passos da Resolução de Problemas (RP) abaixo. Pode ser feito no computador):

a) Pergunta/Problema:

b) Hipótese:

c) Dado(s):

d) Figura (desenhar no papel, fotografar, utilizar um software e registrar o experimento):

e) Resolução (explicar como fez o experimento e as leis e conceitos envolvidos):

f) Conferência: Escrever sobre as hipóteses testadas.

g) Interpretação (o que significa o resultado):

h) Aplicação (sugestões de onde se aplica os mesmos conceitos utilizados):

FASE 4



15. APRESENTAÇÃO DO RELATÓRIO (Sugestões: Apresentação individual; utilizar as TIC, por exemplo, impressão com fotos ou desenhos do experimento, ou até mesmo vídeos):

Comparação com o conhecimento científico

À medida que os alunos investigam os fenômenos naturais, vão desenvolvendo e comparando as conclusões a que vão chegando, produzindo em sua estrutura cognitiva um novo conhecimento.

Porém, ao contrário dos cientistas, os alunos não descobrem novos fenômenos (o que aprendem é já do domínio do conhecimento científico), apenas comparam o trabalho que realizam com o conhecimento científico.

**APÊNDICE B – PRODUTO EDUCACIONAL - UNIDADE DIDÁTICA 02 - Estudo
do Átomo**

ESTUDO DO ÁTOMO

Autor: Fernando Candido

Público alvo (ano): Alunos a partir do 9º ano Carga horária da atividade (4h-a)

1. TÍTULO: QUAL É A FORMA DE UM ÁTOMO?

2. **OBJETIVO:** O objetivo da atividade é estudar a evolução dos modelos atômicos ao longo dos tempos e as suas interações entre núcleo e eletrosfera.

3. DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE PARA O PROFESSOR:

Nesta atividade será trabalhada a evolução dos modelos atômicos para que os alunos tenham conhecimento das diferentes representações adotadas para o átomo. Deste modo é importante saber o que os alunos conhecem a respeito das representações do átomo e proporcionar a discussão entre eles sobre esta questão antes de trabalhar os conceitos.

Etapas:

- O professor apresenta a atividade aos alunos e em seguida distribui uma folha em branco.
- Os alunos deverão representar em forma de desenho, segundo suas concepções, o modelo atômico.

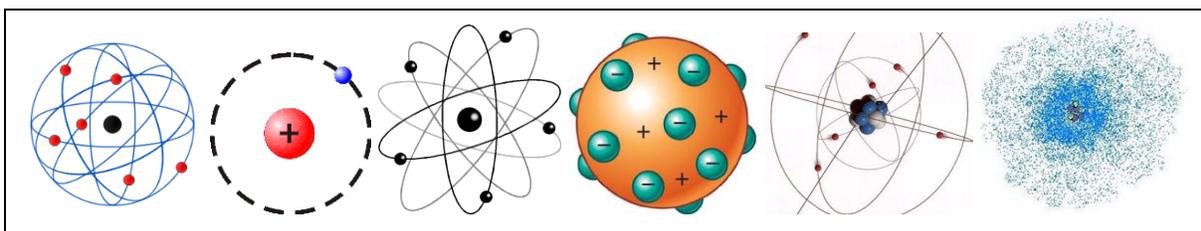


Figura 1. Possíveis representações do átomo

- Os alunos devem tentar responder em grupo as questões propostas.
- Em seguida o grupo registra a discussão.

4. TEORIA:

Fonte: <http://profmokeur.ca/quimicap/modelosatomicos.htm>

A partir da afirmação de Demócrito que o universo possui uma partícula indivisível, sendo ela a menor parte que compõem todos os corpos do universo e responsável por todas as sensações e movimentos, desenvolveram-se vários modelos para representar o átomo ou “menor parte da matéria”.

MODELO ATÔMICO DE DALTON

John Dalton, em 1803, criou um modelo que retomava o antigo conceito dos gregos. Ele imaginou o átomo como uma pequena esfera, com massa definida e propriedades características. Dessa forma, todas as transformações químicas podiam ser explicadas pelo arranjo de átomos. Esses são as menores partículas que a constituem; são indivisíveis e indestrutíveis, e não podem ser transformados em outros, nem mesmo durante os fenômenos químicos.

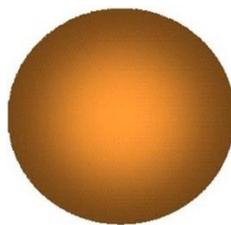


Figura 2. Átomo de Dalton

MODELO ATÔMICO DE J. J. THOMSON

J. J. Thomson (1897) descobriu os elétrons em experimentos do Raio Catodo. Para Thomson, os átomos são divisíveis. Átomo contém minúsculas partículas com carga negativa, chamadas elétrons.

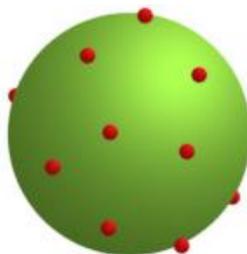


Figura 3. Modelo pudim de passas

MODELO ATÔMICO DE RUTHERFORD

E. Rutherford (1911) descobriu o núcleo e propôs a base para a estrutura atômica moderna através de seu experimento do desvio da partícula alfa. Para Rutherford, os átomos são compostos de duas partes: o núcleo e a parte extra nuclear. Seus experimentos provaram

que o átomo é amplamente vazio e que possui um corpo altamente carregado positivamente em seu centro chamado núcleo. O núcleo central é carregado positivamente e os elétrons, com carga negativa, revolvem ao redor do núcleo.

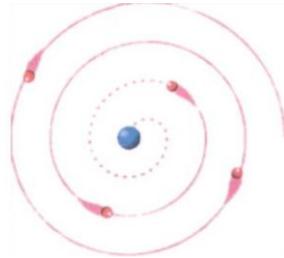


Figura 4. Modelo de Rutherford

MODELO ATÔMICO DE BOHR

Niels Bohr (1885-1962) começou por presumir que os elétrons em órbita não descreviam movimento em espiral em direção ao núcleo. Assim criou um modelo atômico no qual os elétrons ligados ao núcleo só poderiam se apresentar em determinados estados quantizados de energia com órbita regulares.

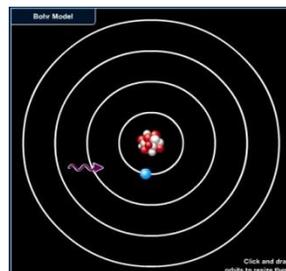


Figura 5. Átomo de Bohr

MODELO ATÔMICO DE D'BROGLIE

Louis de Broglie (1892-1987), partindo de uma ideia que nasceu do átomo quantizado de Bohr, lançou a hipótese de que os elétrons também teriam características de onda.

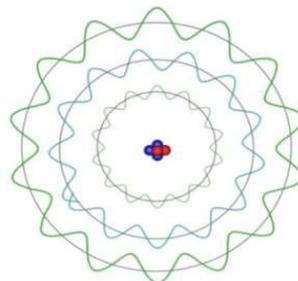


Figura 6. Átomo de D'Broglie

MODELO ATÔMICO QUÂNTICO

A partir das teorias de De Broglie, Erwin Schrödinger (1887-1961) e Heisenberg (1901-1976) lançaram a mecânica quântica, na qual as partículas elementares são tratadas matematicamente como ondas. Como consequência do princípio de incerteza de Heisenberg, o conceito de órbita não pode ser mantido numa descrição quântica do átomo. O que podemos calcular é apenas a probabilidade de encontrar um ou outro elétron numa dada região do espaço nas vizinhanças de um núcleo atômico.

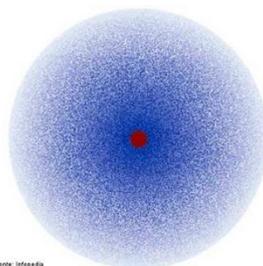


Figura 7. Modelo nuvem eletrônica

Links para consulta:

<http://profmokeur.ca/quimicap/modelosatomicos.htm>

http://www.aulas-fisica-quimica.com/9q_01.html

<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/modelos-atomicos/modelos-atomicos-1.php>

http://www.iq.ufrgs.br/ead/fisicoquimica/modelosatomicos/modelo_rutherford.html

Link para vídeo ilustrativo:

<http://www.youtube.com/watch?v=VQQ3gZuOUSI>

<http://www.youtube.com/watch?v=0UW90luAJE0>

<http://www.youtube.com/watch?v=VQQ3gZuOUSI>

<http://www.youtube.com/watch?v=cuVvgkY39oU>

OBSERVAÇÃO: Professor faça os experimentos antes de realizá-los na sala de aula.

FASE 1

5. PROBLEMA: COMO VOCÊ REPRESENTARIA O ÁTOMO? SERÁ QUE O ÁTOMO REALMENTE É A MENOR PARTE DA MATÉRIA?

6. MATERIAIS

- Folha em branco;

7. DISCUSSÃO PARA RESOLVER O PROBLEMA:

Os alunos têm ideias sobre os eventos do dia-a-dia, embora essas ideias sejam por vezes incompletas, contraditórias e incorretas em termos científicos. Os professores devem partir das ideias dos alunos e recorrer às atividades que os ajudem a rever essas ideias e a chegar a explicações novas e mais coerentes. O debate, em pares, pequeno grupo ou no grupo turma, ajuda os alunos a clarificar as suas ideias. Ouvir as ideias dos outros, concordar / discordar e chegar a conclusões em conjunto, são etapas importantes que deverão ter lugar durante todo o processo. **(os alunos discutem e o professor acompanha orientando somente quando necessário. NÃO dar respostas):**

8. NOVAS QUESTÕES:

- a) Qual é forma correta para representar o modelo atômico?
- b) De que são feitas todas as coisas?
- c) Qual é a menor parte da matéria?
- d) Qual é o tamanho de um átomo?
- e) O átomo possui massa? E os elétrons?
- f) Como um átomo é criado?

9. HIPÓTESE(S): **(os alunos elaboram hipóteses e registram):**

Aprender sobre aspectos da realização de uma investigação é importante na compreensão da natureza da ciência. Em geral, o processo tem início numa conversa na turma para esclarecer uma questão e identificar os elementos do fenómeno que são importantes estudar.

- Se a investigação envolver trabalho experimental é muito importante à identificação das variáveis e analisar como os alunos pensam em medi-las.

- Se a investigação for de observação, é importante decidir sobre o que observar como fazer a observação e recolher os dados.

10. TESTAR **(testar as hipóteses e caso não solucione o problema, começar novamente):**

Espera-se que os alunos desenvolvam diferentes competências, a saber, fazer observações rigorosas, formular perguntas, fazer previsões, analisar dados e defender pontos de vista com base nos dados e informações disponíveis.

Os erros são debatidos com a turma, na verdade não existem erros, mas sim procedimentos que divergem e produzem resultados alternativos a serem discutidos.

11. REGISTRO: (descrição e fotos e filmagens podem ser feitas pelo celular ou outro tipo de câmera):

Quando os alunos fazem registros das atividades realizadas, estão a aprender e tomam consciência do seu progresso, recordam o que foi aprendido e percebem o desenvolvimento raciocínio. Os registros podem ter a forma de textos, esboços, organogramas, gráficos, tabelas, desenhos ou pôster.

Estes registros podem ainda servir para avaliação da aprendizagem dos alunos.

FASE 2

12. DISCUSSÃO GERAL (o professor promove uma discussão e fechamento da atividade, questionando os alunos a respeito das teorias científicas para explicação dos fenômenos observados. Questionar as equipes sobre as aplicações dos conhecimentos utilizados nessa atividade. As TIC devem auxiliar: vídeo e/ou notícia de jornal, etc).

Neste momento o professor irá iniciar a segunda fase da atividade depois de os alunos já terem discutido entre si e formulado algumas hipóteses gerando novas questões e despertando dúvidas. O professor irá apresentar e explicar para os alunos a evolução das representações dos modelos atômicos utilizando para isso o simulador em (<http://phet.colorado.edu/en/simulation/hydrogen-atom>) devido ao dinamismo do mesmo, proporcionando assim um melhor entendimento dos conceitos ao aluno.

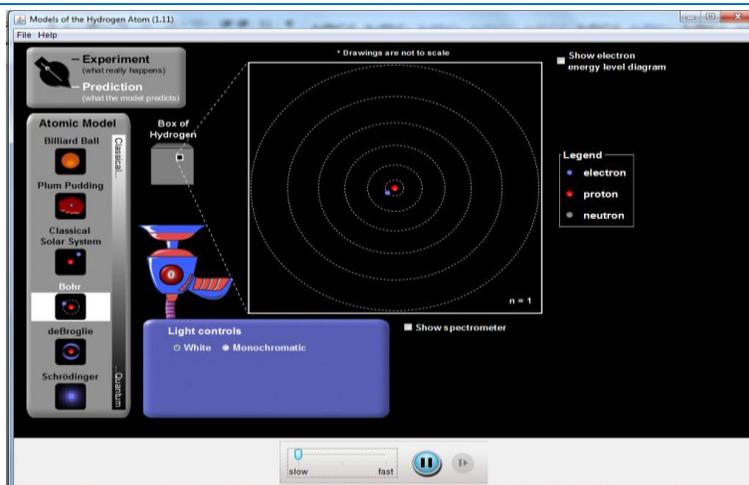


Figura 8. Simulador dos modelos atômicos

Após explicar sobre a evolução dos modelos atômicos ao longo dos tempos utilizando o simulador acima citado o professor deve mostrar aos alunos as relações de escalas do átomo, utilizando para isso outro simulador que torna possível uma viagem ao interior do átomo moderno. Este simulador foi utilizado na atividade anterior (Estudo das Escalas) onde os alunos estudaram as escalas partindo das medidas visíveis até chegar até o átomo. Se os alunos ainda não viram esta representação pode-se fazê-la utilizando o simulador disponível online no site (<http://www.nanoreisen.de/espanol/index.html>). Caso já tenha sido apresentado o estudo das escalas continua-se a partir do nível 0,1 nanômetros na etapa “Influencia da nuvem orbital”.



Figura 9. Etapa “influência da nuvem orbital”

A partir daí segue-se as demais etapas da viagem apresentando os conceitos e detalhes envolvidos.

- I. Nesta etapa em uma escala de 10 pm (10 picômetros) é possível observar o movimento dos elétrons em suas orbitas, bem como as formações entre elas.



Figura 10. Órbitas elétricas

- II. Ao adentrar no átomo consta-se que este é quase completamente vazio, com o núcleo sendo aproximadamente cem mil vezes menor que o átomo. No entanto o núcleo contém quase toda a massa do átomo.



Figura 11. O grande vazio

- III. No nível de 0,1 picômetros torna-se totalmente visível o núcleo do átomo, bem como seus prótons e nêutrons, com cargas positiva e neutra, respectivamente.

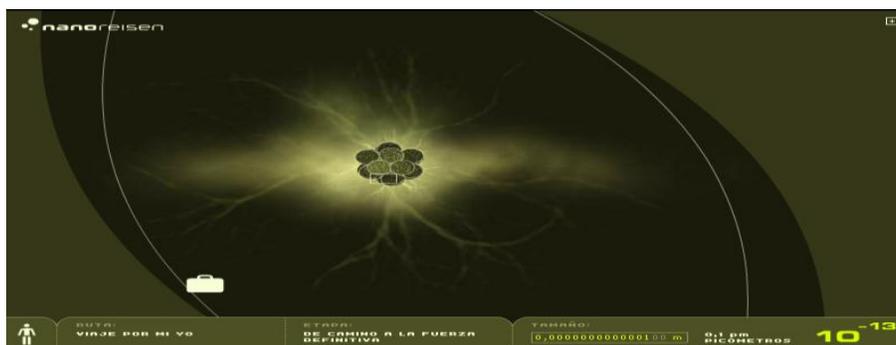


Figura 12. Aproximação do núcleo

- IV. Neste nível pode-se estudar os detalhes do núcleo atômico como um todo, verificando os prótons e neutros e suas composições..

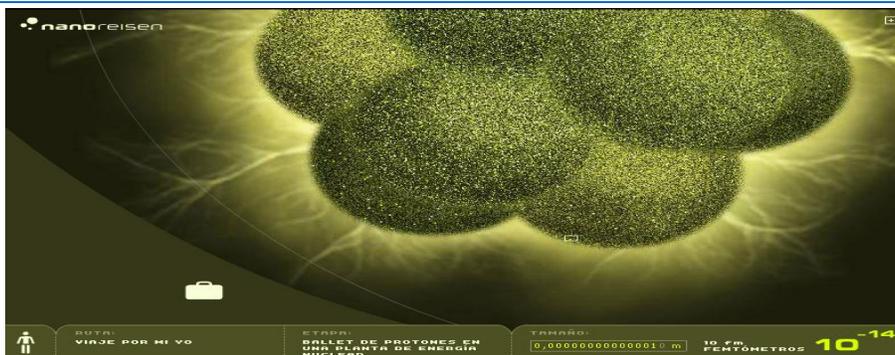


Figura 13. Detalhes do núcleo

- V. Agora chegamos aos quarks e a questão, serão essas as partículas elementares da matéria? Ou será que existem outras menores ainda?

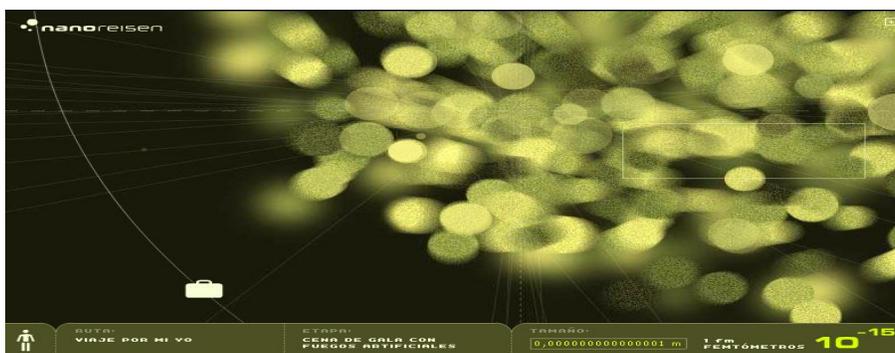


Figura 14. Quarks

Assim chega o final da viagem até onde se conhece a matéria e suas estruturas, no entanto ainda faltam ser explorados outros níveis que a ciência ainda esta descobrindo.

É importante que o processo de análise dos resultados obtidos se realize no final da investigação e que nesse processo estejam envolvidos todos os alunos.

FASE 3

13. COMPLEMENTO DA ATIVIDADE

(Os alunos poderão utilizar o computador para pesquisar sobre mais informações a respeito dos conceitos relacionados ao experimento e a apresentação)

14. RELATÓRIO INDIVIDUAL (descrever a atividade, seguindo os passos da Resolução de Problemas (RP) abaixo. Pode ser feito no computador):



- a) Pergunta/Problema:
- b) Hipótese:
- c) Dado(s):
- d) Figura (desenhar no papel, fotografar, utilizar um software e registrar o experimento):
- e) Resolução (explicar como fez o experimento e as leis e conceitos envolvidos):
- f) Conferência: Escrever sobre as hipóteses testadas.
- g) Interpretação (o que significa o resultado):
- h) Aplicação (sugestões de onde se aplica os mesmos conceitos utilizados):

FASE 4

15. APRESENTAÇÃO DO RELATÓRIO (Sugestões: Apresentação individual; utilizar as TIC, por exemplo, impressão com fotos ou desenhos do experimento, ou até mesmo vídeos):

Comparação com o conhecimento científico

À medida que os alunos investigam os fenômenos naturais, vão desenvolvendo e comparando as conclusões a que vão chegando, produzindo em sua estrutura cognitiva um novo conhecimento.

Porém, ao contrário dos cientistas, os alunos não descobrem novos fenômenos (o que aprendem é já do domínio do conhecimento científico), apenas comparam o trabalho que realizam com o conhecimento científico.

**APÊNDICE C – PRODUTO EDUCACIONAL - UNIDADE DIDÁTICA 03 - Estudo
da Luz**

ESTUDO DA LUZ

Autor: Fernando Candido

Público alvo (ano): Alunos a partir do 9º ano Carga horária da atividade (4h-a)

1. TÍTULO: ANÁLISE DA CHAMA DE UMA VELA

2. **OBJETIVO:** O objetivo da atividade é estudar o espectro eletromagnético a partir da luz visível, buscando estabelecer critérios para diferenciar as radiações presentes no espectro eletromagnético permitindo caracteriza-la através de sua frequência e energia. Como conteúdo para ensino fundamental ou médio possibilita um melhor entendimento das relações entre radiação e energia do espectro eletromagnético, principalmente, da luz visível dando uma ideia conceitual sobre conteúdos da física contemporânea.

3. DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE PARA O PROFESSOR:

É entregue aos alunos uma vela, juntamente com uma folha de papel sulfite e lápis de cor.

Solicita-se aos alunos que ascendam a vela e registrem na folha de papel sulfite o desenho da chama da vela, ressaltando as cores presentes na chama.

Os alunos devem destacar em quais regiões da chama da vela a temperatura é maior e menor.



Figura 01: Chama de uma vela

Cor	Temperatura
	MAIOR
	MENOR

Tabela 01: Relação cor/temperatura

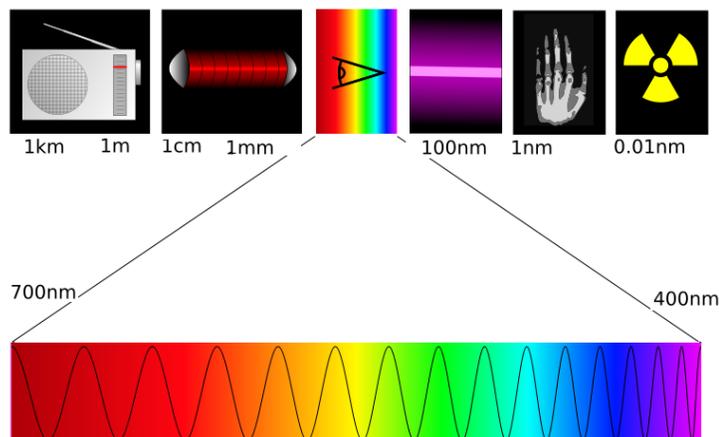


Figura 02: Alunos analisando a chama da vela

É possível que os alunos não saibam como testar se existe diferença de temperatura nas áreas da chama de uma vela, o professor pode dar algumas dicas para auxiliar os alunos a verificarem a existência de variação de temperatura como, por exemplo, aproximar um pedaço de papel em diferentes regiões da chama da vela e verificar em qual a combustão é mais rápida. Ou poderão utilizar palitos de fósforos para fazer o mesmo teste.

4. TEORIA:

A radiação eletromagnética pode ser considerada como um conjunto de ondas (elétricas e magnéticas). As várias formas de radiação, caracterizadas pelo seu comprimento de onda, compõem o espectro eletromagnético.



Informações a respeito da temperatura, composição química, e movimento de tais objetos são obtidas a partir do estudo e interpretação da radiação por eles emitida. A luz, ou radiação eletromagnética, pode ser observada sob diferentes formas, ou seja, em diferentes faixas espectrais: visível, infravermelho, ultravioleta, ondas rádio, etc. Essa radiação é chamada eletromagnética por se tratar do transporte de energia por meio de flutuações dos campos elétrico e magnético.

Links para consulta:

<http://www.nupic.fe.usp.br/Projetos%20e%20Materiais/fisica-das-radiacoes/recursos-de-ensino-1/bloco-i-radiacoes-eletromagneticas/6Texto%201%20-%20Conhecendo%20as%20Radiacoes.pdf>

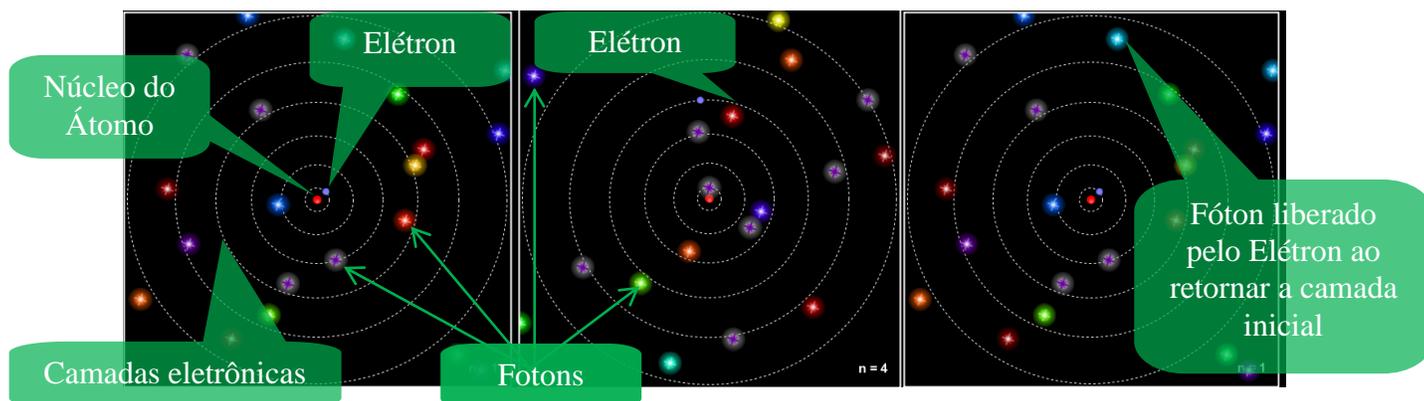
http://astroweb.iag.usp.br/~dalpino/AGA215/NOTAS/radiacao_eletromagnetica.pdf

<http://www.astro.iag.usp.br/~jane/aga215/apostila/cap04.pdf>

<http://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/cap2/cap2-2.html>

<http://www.ufrgs.br/engcart/PDASR/rem.html>

Como o foco da atividade é levar as discussões para o entendimento quântico do fenômeno, é importante que o professor entenda os conceitos que envolvem a relação entre energia e liberação de fótons dos átomos. Para isso segue uma explicação simples a respeito desse fenômeno, sendo que o professor não precisa ser um especialista no assunto para passar os conceitos básicos aos alunos.



Cada vez que um Elétron recebe certa quantidade de energia ele sobe níveis da camada, ao retornar ele libera essa energia chamada de fóton. Dependendo do nível de energia o fóton terá uma frequência equivalente e é essa frequência que define a cor da radiação (luz).

Link para vídeo ilustrativo:



Links de ajuda:

<http://www.youtube.com/watch?v=HdttkxRI-Yw>

<http://www.youtube.com/watch?v=aynEMv1qjXg>

<http://www.algosobre.com.br/fisica/fotons.html>

<http://www.molwick.com/pt/materia/540-fotons.html>

OBSERVAÇÃO: Professor faça os experimentos antes de realizá-los na sala de aula.

FASE 1:

5. PROBLEMA: VOCÊ ACHA QUE EXISTE DIFERENÇA DE TEMPERATURA NA CHAMA DE UMA VELA? EXISTE RELAÇÃO ENTRE A TEMPERATURA E A DIFERENÇA DE COR DAS REGIÕES DA CHAMA? POR QUE ISSO ACONTECE?

6. MATERIAIS

- Vela.
- Lápis de cor.
- Folha de papel sulfite.
- Palitos de Fósforo.

7. DISCUSSÃO PARA RESOLVER O PROBLEMA:

Os alunos têm ideias sobre os eventos do dia-a-dia, embora essas ideias sejam por vezes incompletas, contraditórias e incorretas em termos científicos. Os professores devem partir das ideias dos alunos e recorrer às atividades que os ajudem a rever essas ideias e a

chegar a explicações novas e mais coerentes. O debate, em pares, pequeno grupo ou no grupo turma, ajuda os alunos a clarificar as suas ideias. Ouvir as ideias dos outros, concordar / discordar e chegar a conclusões em conjunto, são etapas importantes que deverão ter lugar durante todo o processo. **(os alunos discutem e o professor acompanha orientando somente quando necessário. NÃO dar respostas):**

8. NOVAS QUESTÕES:

- g) Como são produzidas as diferentes colorações na chama da vela?
- h) Por que existe a diferença de coloração?
- i) Como essa diferença de coloração influencia na temperatura?
- j) Todas as velas apresentam o mesmo tipo de chama? Por quê?
- k) Em qual das regiões da chama se tem maior energia? Por quê?
- l) Quais as relações entre a frequência da onda eletromagnética e a energia?
- m) Ao olharmos para uma boca do fogão acesa, qual a cor da sua chama?
- n) O que podemos falar quanto a sua temperatura, energia, frequência e comprimento de onda?
- o) O que ocorre com a chama de uma boca de fogão quando a válvula que regula o gás do botijão está vencida?
- p) Imagine uma estrela. Que cor deveria apresentar esta estrela para que ela fosse a mais quente e visível?

9. HIPÓTESE(S): (os alunos elaboram hipóteses e registram):

Aprender sobre aspectos da realização de uma investigação é importante na compreensão da natureza da ciência. Em geral, o processo tem início numa conversa na turma para esclarecer uma questão e identificar os elementos do fenômeno que são importantes estudar.

É essencial que a questão inicial tenha significado para os alunos.

- Se a investigação envolver trabalho experimental é muito importante à identificação das variáveis e analisar como os alunos pensam em medi-las.

- Se a investigação for de observação, é importante decidir sobre o que observar como fazer a observação e recolher os dados.

10. TESTAR (testar as hipóteses e caso não solucione o problema, começar novamente):

Espera-se que os alunos desenvolvam diferentes competências, a saber, fazer observações rigorosas, formular perguntas, fazer previsões, analisar dados e defender pontos de vista com base nos dados e informações disponíveis.

Os erros são debatidos com a turma, na verdade não existem erros, mas sim procedimentos que divergem e produzem resultados alternativos a serem discutidos.

11. REGISTRO: (descrição e fotos e filmagens podem ser feitas pelo celular ou outro tipo de câmera):

Quando os alunos fazem registos das atividades realizadas, estão a aprender e tomam consciência do seu progresso, recordam o que foi aprendido e percebem o desenvolvimento raciocínio. Os registos podem ter a forma de textos, esboços, organogramas, gráficos, tabelas, desenhos ou pôster.

Estes registos podem ainda servir para avaliação da aprendizagem dos alunos.

FASE 2

12. DISCUSSÃO GERAL (o professor promove uma discussão e fechamento da atividade, questionando os alunos a respeito das teorias científicas para explicação dos fenômenos observados. Questionar as equipes sobre as aplicações dos conhecimentos utilizados nessa atividade. As TIC devem auxiliar: vídeo e/ou notícia de jornal, etc).

O professor juntamente com os alunos analisa a imagem do espectro eletromagnético e buscam entender as relações entre frequência e energia.

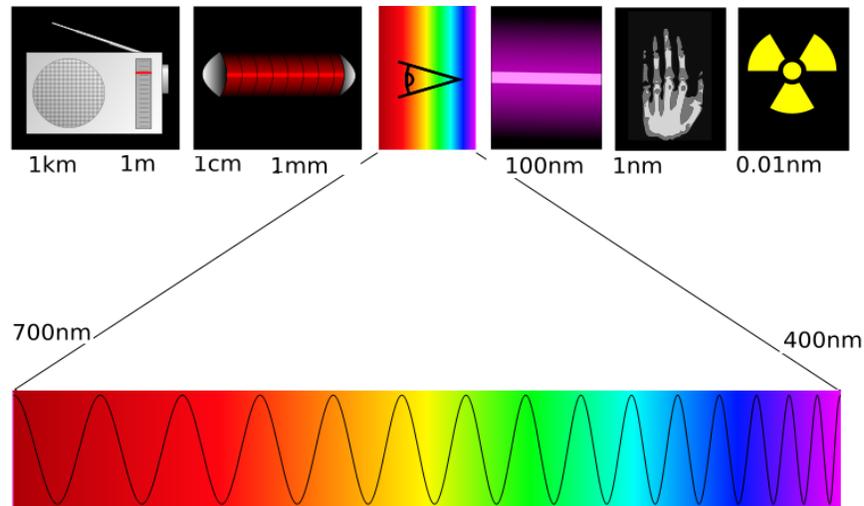
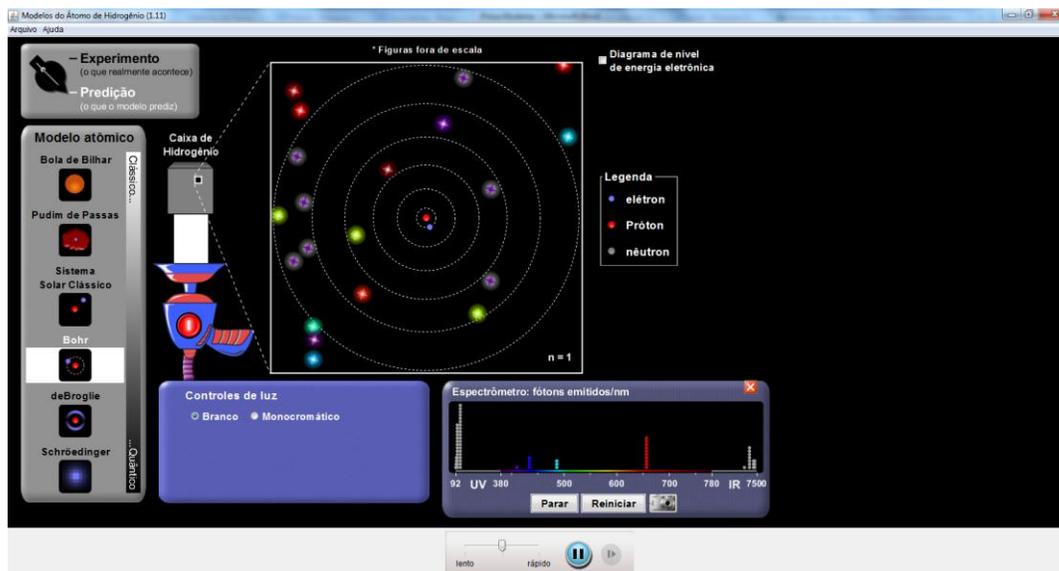


Figura 03

Comprimento de Onda	Frequência	Energia
MENOR	MAIOR	MAIOR
MAIOR	MENOR	MENOR

Tabela 02

É importante que o professor deixe os alunos utilizarem o simulador “**Modelos do Átomo de Hidrogênio**” (http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/hydrogen-atom) para observar as mudanças de níveis dos elétrons.



É importante que o processo de análise dos resultados obtidos se realize no final da investigação e que nesse processo estejam envolvidos todos os alunos.

FASE 3

13. COMPLEMENTO DA ATIVIDADE

(O aluno deverá utilizar o computador para pesquisar sobre mais informações a respeito dos conceitos relacionados ao experimento)

14. RELATÓRIO INDIVIDUAL (descrever a atividade, seguindo os passos da Resolução de Problemas (RP) abaixo. Pode ser feito no computador):

a) Pergunta/Problema:

b) Hipótese:

c) Dado(s):

d) Figura (desenhar no papel, fotografar, utilizar um software e registrar o experimento):

e) Resolução (explicar como fez o experimento e as leis e conceitos envolvidos):

f) Conferência: Escrever sobre as hipóteses testadas.

g) Interpretação (o que significa o resultado):

h) Aplicação (sugestões de onde se aplica os mesmos conceitos utilizados):

FASE 4

15. APRESENTAÇÃO DO RELATÓRIO (Sugestões: Apresentação individual; utilizar as TIC, por exemplo, impressão com fotos ou desenhos do experimento, ou até mesmo vídeos):

Comparação com o conhecimento científico

À medida que os alunos investigam os fenômenos naturais, vão desenvolvendo e comparando as conclusões a que vão chegando, produzindo em sua estrutura cognitiva um novo conhecimento.



Porém, ao contrário dos cientistas, os alunos não descobrem novos fenômenos (o que aprendem é já do domínio do conhecimento científico), apenas comparam o trabalho que realizam com o conhecimento científico.

APÊNDICE D – Pré-teste

Prof. Fernando Candido

Data: ___/___/___

Nome do aluno(a): _____ Série: _____

RESPONDA AS QUESTÕES

1. Você é do sexo:

- Feminino
 Masculino

2. Quantos anos você tem?

- 15 anos ou menos
 16 anos
 17 anos
 18 anos ou mais

3. Desenhe um átomo:

4. Que local você consegue perceber relação com os conteúdos de Física?

- Em nenhum local. No shopping.
 Na escola. Em casa.
 Em parques. No cinema.
 Outros locais.

5. O que é tecnologia para você? (*somente uma alternativa*)

- Aplicação da ciência.
 Inventar, desenhar e criar coisas.
 Máquinas, computadores, robôs, sistemas de comunicações.
 Um sistema através do qual a sociedade satisfaz as necessidades e desejos de seus membros
 Invenção humana.
 Prosperidade e geração de empregos.
 Outra opinião. Qual?

6. Com relação à frase: A tecnologia traz prosperidade e geração de empregos.

- Concorda plenamente.
 Concorda em parte.
 Discorda plenamente.
Justifique a sua resposta.

7. O que é ciência? (*somente uma alternativa*)

- Conhecimentos, leis e teorias que explicam o mundo em que você vive.
 Disciplinas como Física, Química e Biologia.
 Realização de experiências.
 Inventar coisas.
 Pesquisas e uso de conhecimentos em favor da humanidade.
 Outra opinião. Qual?

8. Em sua opinião as teorias científicas são: (*somente uma alternativa*)

- Certas, pois transmitem verdades comprovadas.
 Questionáveis, pois podem ser modificadas ao longo do tempo.
 Duvidosas, pois estão sujeitas a erro.
 Erradas, pois não correspondem à realidade.
 Sujeitas à manipulação e a interesses.
 Sujeitas à influência de fatores externos (econômicos, políticos e sociais)
 Não tenho opinião formada.
Justifique a sua resposta.

9. A física está dividida em duas: física clássica e física moderna. Qual a diferença entre elas?

10. Você conhece alguma aplicação da Física Moderna?

Sim. Quais?

Não.

11. Alguns dos equipamentos e aparelhos que hoje utilizamos fazem uso de dispositivos de alta tecnologia, tais como os chips microeletrônicos. Baseados em quais materiais estes dispositivos são feitos?

Cite quais:

Não sei.

12. Assinale os termos ou teorias que você já viu ou ouviu falar e/ou que lhe despertaram curiosidade em conhecer:

<i>Vi e/ou ouvi falar</i>	<i>Tenho curiosidade em conhecer mais sobre</i>
<input type="checkbox"/> Mecânica Quântica.	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Relatividade Geral.	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Buracos Negros.	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Supercomputadores.	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Fissão Nuclear.	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Efeito Fotoelétrico.	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Energia Solar.	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Raio X.	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Supercondutores.	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Pontes de Einstein-Rosen (Buracos de Minhoca).	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Fótons.	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Partículas Elementares.	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> $E=mc^2$.	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Dualidade Onda-Partícula.	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Teoria das Supercordas	<input type="checkbox"/>

13. Albert Einstein com a formulação de sua famosa equação, $E=mc^2$, demonstrou que: *(somente uma alternativa)*

- A eletricidade está relacionada com o comprimento de onda.
- A energia pode ser transformada a partir da medida de comprimento.
- Existe uma relação entre massa e energia, podendo uma ser convertida na outra.
- Existe um relação entre eletricidade e massa, sendo a massa multiplicada pelo comprimento do corpo.
- Não sei.

14. Você sabe o que são materiais semicondutores?

Sim. Explique:

Não.

15. Você sabe o que é supercondutividade?

Sim. Explique:

Não.

16. Você acha que é possível ver um átomo? Se for, como seria possível? *(somente uma alternativa)*

- Não é possível.
- A olho nu.
- Com uma lupa.
- Com um microscópio óptico comum.
- Com raios X.
- Com microscópios especiais para ver átomos.
- Com feixe de elétrons energéticos.

17. À medida que vamos aquecendo uma peça de ferro por exemplo. Esta chega a um momento em que fica avermelhada. E supondo que **continuássemos aumentando sua temperatura**, você acha que a cor visível da peça continuaria mudando até uma cor máxima? *(somente uma alternativa)*

- Não.
- Sim. Amarelo.
- Sim. Azul.
- Sim. Verde.
- Sim. Laranja.

18. Como você acha que a luz consegue viajar tão rapidamente (velocidade de 300.000km/s)?

- Viaja na forma de uma onda.
- Viaja na forma de uma partícula
- As vezes como uma onda outras como uma partícula
- Outra forma que desconheço
- Não pensei a respeito.

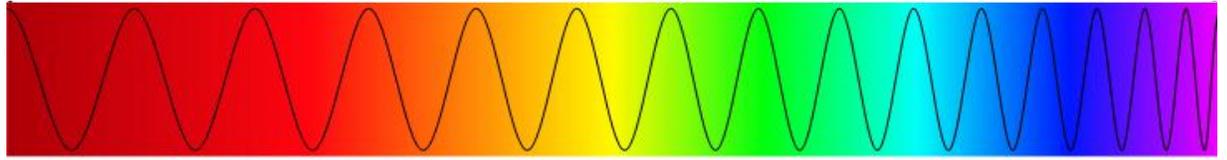
19. Como é possível que a luz do sol seja transformada em energia elétrica?

20. Para você, a afirmação de que se um corpo estiver viajando a uma velocidade muito alta sua massa aumentará, faz algum sentido?

Sim. Explique:

Não. Explique:

APÊNDICE F – Materiais utilizados durante a oficina pedagógica de FMC



CONVITE



OFICINA DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO

**Dias 08, 15, 22 e 29
de maio de 2013**

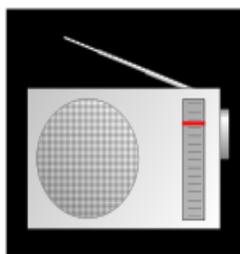
**Horário: 13:30
as 17:00 hs**

**Local: E. E. Nossa Senhora
dos Prazeres – Correia Pinto**

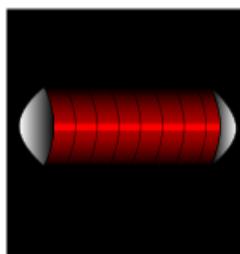
Inscrições até dia 20/04:

fcandidopereira@yahoo.com.br

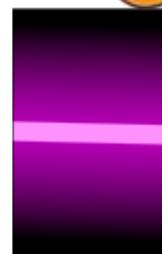
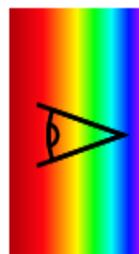
fernando.candido@kcc.com



1km 1m



1cm 1mm



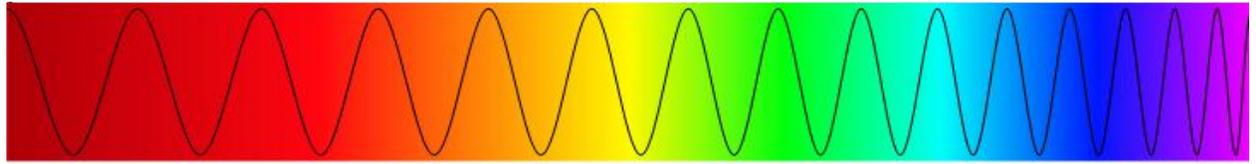
100nm



1nm



0.01nm

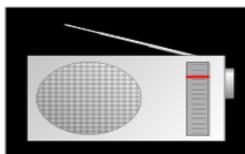


Desenho da chama

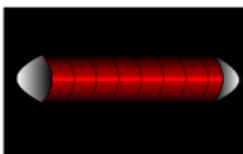


	Cor	Temperatura
	_____	Alta
	_____	Media
	_____	Baixa

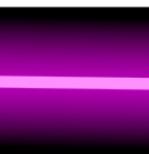
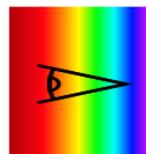
1. Você acha que existe diferença de temperatura na chama de uma vela?
2. Existe relação entre a temperatura e a diferença de cor das regiões da chama?
3. Por que isso acontece?



1km 1m



1cm 1mm



100nm



1nm



0.01nm



Fundação Universidade Regional de Blumenau



“AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM, VOZ E RESPECTIVA CESSÃO DE DIREITOS (LEI N. 9.610/98) Pelo presente Instrumento Particular, eu,

_____ RG.n _____

e do CPF. n. _____, residente e domiciliado

na _____

_____, responsável legal

pelo aluno(a) _____, por

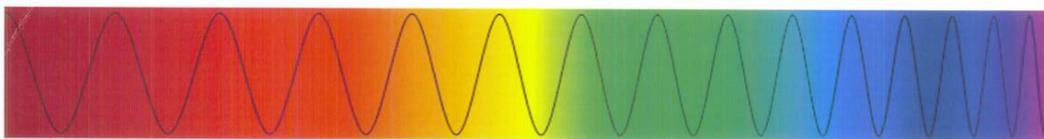
este e na melhor forma de direito, AUTORIZO, de forma gratuita e sem qualquer ônus, ao pesquisador Fernando de Candido Pereira, a utilização de imagem e de trabalhos desenvolvidos, vinculados em material produzido na oficina de **Física Moderna e Contemporânea** tais como:, fotos, vídeos, entre outros, em todos os meios de divulgação possíveis, com fins **ACADÊMICOS**.

Através desta, também faço a CESSÃO a título gratuito e sem qualquer ônus de todos os direitos relacionados à minha imagem, bem como autorais dos trabalhos, desenvolvidos, incluindo as artes e textos que poderão ser exibidos, juntamente com a minha imagem ou não. A presente autorização e cessão são outorgadas livres e espontaneamente, em caráter gratuito, não incorrendo a autorizada em qualquer custo ou ônus, seja a que título for, sendo que estas são firmadas em caráter irrevogável, irretratável, e por prazo indeterminado, obrigando, inclusive, eventuais herdeiros e sucessores outorgantes.

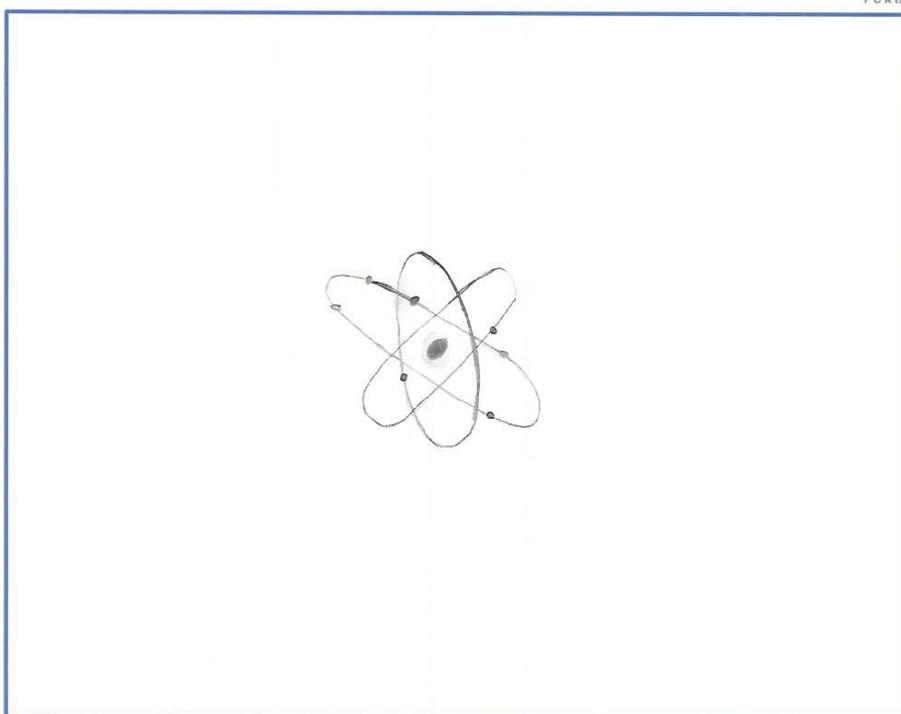
_____, _____ de _____ de 2013

Nome:
Endereço:
Cidade:
RG N°:
CPF N°:
Telefone para contato:
Nome do Representante Legal (se menor):

ANEXO A – Representação do átomo feito pelos alunos

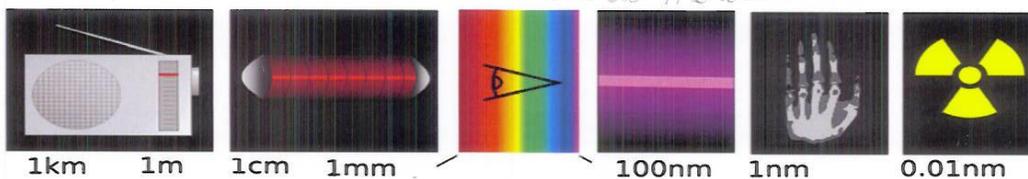


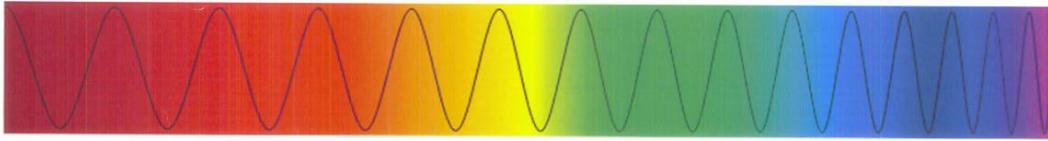
ÁTOMO



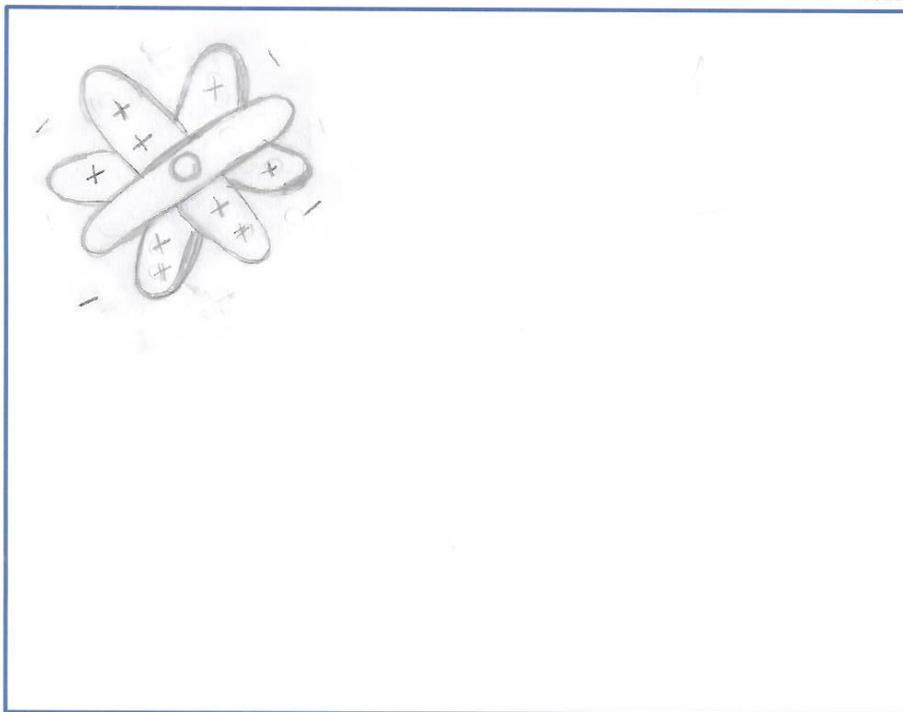
O átomo é a menor parte da matéria?

Não, a molécula é a menor parte da matéria.





ÁTOMO

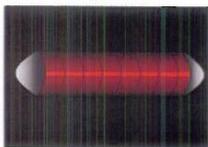


O átomo é a menor parte da matéria?

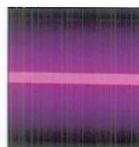
Sim o átomo é a menor partícula de uma substância.



1km 1m



1cm 1mm



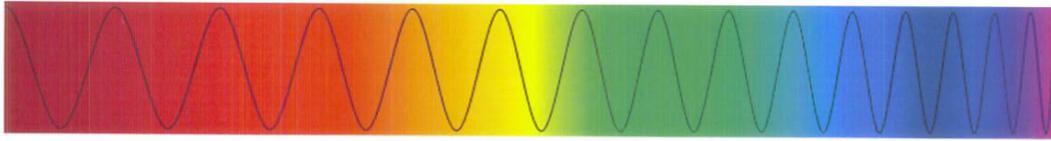
100nm



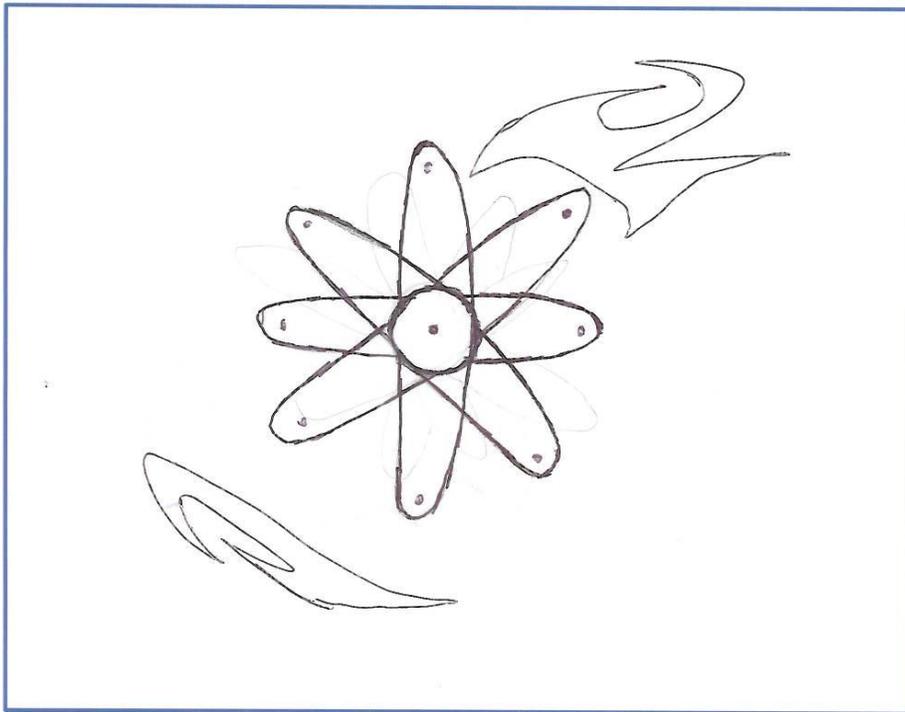
1nm



0.01nm

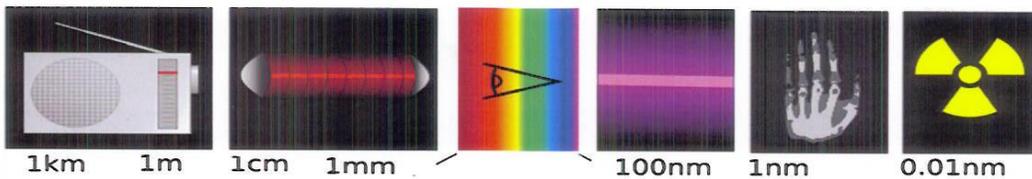


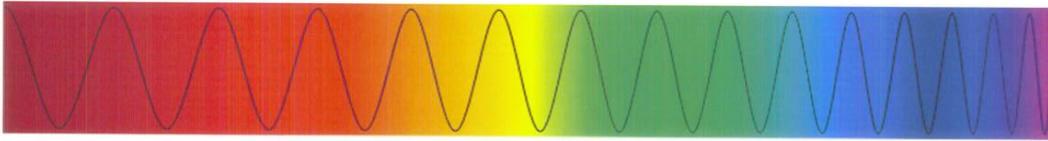
ÁTOMO



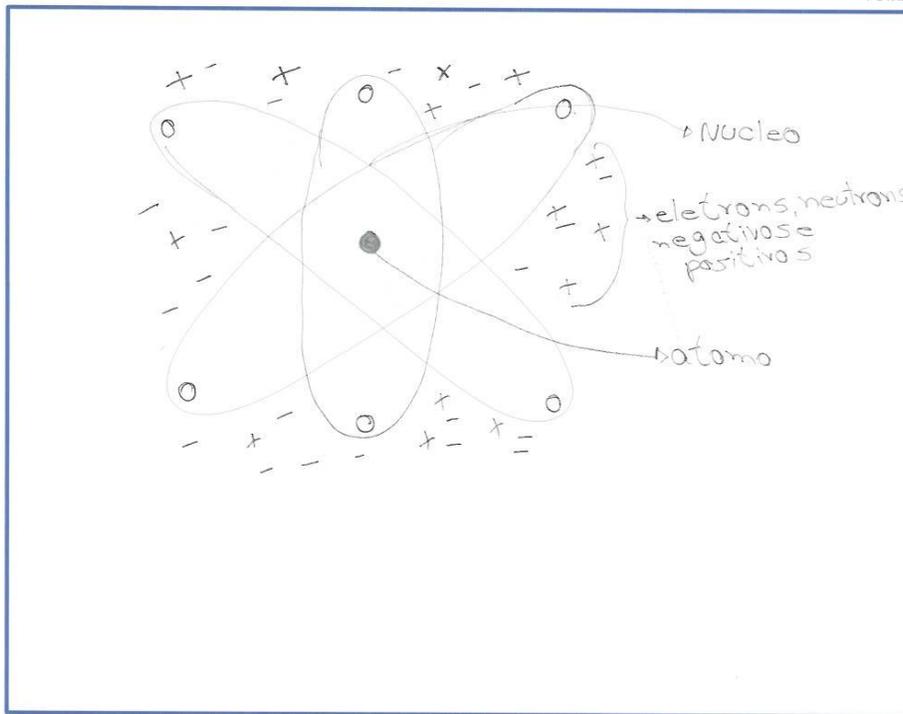
O átomo é a menor parte da matéria?

Sim, por que é irredivisível.



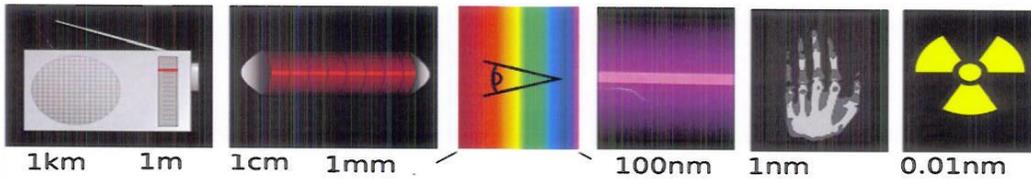


ÁTOMO



O átomo é a menor parte da matéria?

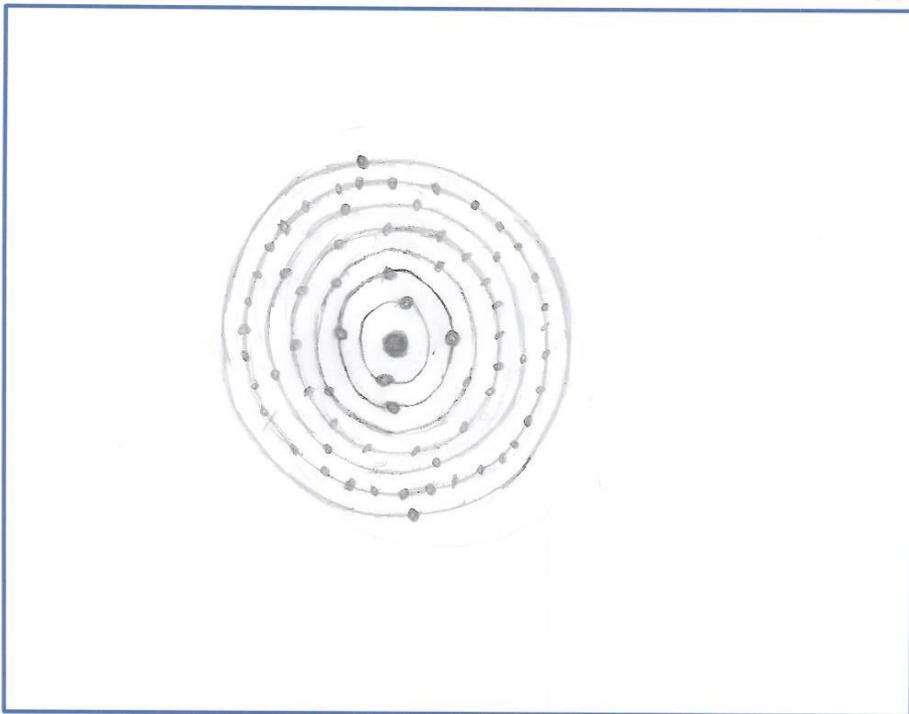
Sim,



Cristóvão e Muriel



ÁTOMO



O átomo é a menor parte da matéria?

Sim

