

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
CAMPUS DE SÃO CARLOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
EXATAS**

Ernani dos Santos

**USO DE RECURSOS ESTIMULADORES DA APRENDIZAGEM
SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE FÍSICA**

**São Carlos
2012**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
CAMPUS DE SÃO CARLOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
EXATAS**

Ernani dos Santos

**USO DE RECURSOS ESTIMULADORES DA APRENDIZAGEM
SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE FÍSICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas, Área de Concentração em Ensino de Física, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, da UFSCar/Campus de São Carlos, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física, sob orientação do Prof. Dr. Adenilson José Chiquito e coorientação do Prof. Dr. Gustavo de Araujo Rojas.

São Carlos 2012

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

S237ur

Santos, Ernani dos.

Uso de recursos estimuladores da aprendizagem significativa no ensino de física / Ernani dos Santos. -- São Carlos : UFSCar, 2012.

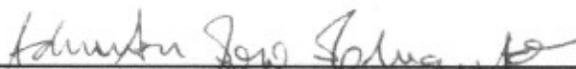
137 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2012.

1. Física - estudo e ensino. 2. Aprendizagem significativa. 3. Tecnologia da informação. 4. Objeto de aprendizagem. 5. Ciências - experimentação. 6. Ambientes não formais. I. Título.

CDD: 530.07 (20^a)

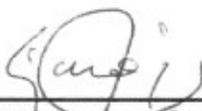
Banca Examinadora:



Prof. Dr. Adenilson José Chiquito
DF - UFSCar



Prof. Dr. Tomaz Catunda
IFSC - USP



Prof. Dr. Gustavo de Araújo Rojas
DF - UFSCar

A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará
ao seu tamanho original.

Albert Einstein

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a *Deus* por me permitir a oportunidade de conviver com uma família, amigos e professores tão incríveis, a quem devo uma parcela considerável de meu sucesso pessoal e profissional.

Aos meus orientadores *Prof. Dr. Adenilson José Chiquito* e *Prof. Dr. Gustavo de Araujo Rojas*, por acreditar em meu potencial e generosamente disponibilizar seus preciosos tempos em reuniões que nortearam decisivamente os rumos mais acertados para a conclusão deste trabalho.

Ao Programa de *Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas da UFSCar* e a todos os seus docentes, em especial aos professores *Dr. Nelson Studart Filho* e *Dra. Ducinei Garcia*, que tornaram tudo isto possível.

À minha *família*, em particular meus irmãos *Edson* e *Enonimo Junior*, por me apoiar e aconselhar nos momentos mais difíceis e, de maneira mais que especial, aos meus pais, *Cecília* e *Enonimo*, que acreditando em mim sempre, me ensinaram a ter fé em mim mesmo.

Enfim, agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a conclusão deste trabalho.

SANTOS, E. *Uso de Recursos Estimuladores da Aprendizagem Significativa no Ensino de Física*. 2012. 137 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, UFSCar, São Carlos, 2012.

RESUMO

A pesquisa trata de recursos que conduzam à aprendizagem significativa condizente com as necessidades da sociedade moderna e que estimule os estudantes a desenvolver conhecimentos na disciplina de Física, de modo a capacitá-los a interagir com a coletividade de maneira crítica e consistente, rumo ao desenvolvimento intelectual, tecnológico e econômico de forma consciente e sustentável. Para tanto, foram estudadas metodologias de ensino baseadas no construtivismo e na aprendizagem significativa, aliadas à aplicação de recursos que explorem o ambiente escolar, as tecnologias voltadas à educação e a aplicação prática da Ciência em experimentos de baixo custo, em Museus de Ciências e em Parques Temáticos visando resgatar os valores da instituição escolar e oferecer uma nova perspectiva de educação a professores e estudantes, que prime pela participação mútua no processo de ensino-aprendizagem e evidencie sua importância no progresso da nação.

Palavras-chave: Aprendizagem significativa. Exploração do ambiente escolar. Tecnologias da informação. Objetos de aprendizagem. Atividades prático-experimentais. Ambientes não formais.

ABSTRACT

This research deals with resources which lead to significant learning consistent with the needs of modern society and encourages students to develop knowledge in Physics, in order to enable them to interact with the community in a critical and consistent manner towards an intellectual, economic and technological development in a conscious and sustainable way. Therefore, we studied teaching methods based on constructivism and meaningful learning, coupled with application of resources to explore the school environment and technologies related to education and practical application of Science in low cost experiments; in Science Museums and Thematic Parks; aiming to recover the values of the school and offer a new perspective on education for teachers and students, who pressed for mutual participation in the teaching-learning and highlight its importance in the progress of the nation.

Keywords: Meaningful learning. Exploration of the school environment. Information technology. Learning objects. Practical and experimental activities. Non-formal environments.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01: Módulo I – análise do conhecimento 18 estudantes do EM e 12 do EF, em Astronomia básica, verificado por meio do desempenho em avaliação oral e escrita, aplicada na primeira reunião do minicurso.	37
Figura 02: Módulo III – aplicação dos astros para orientação durante o dia e à noite pelos participantes antes de realizada a observação do céu.	41
Figura 03: Módulo III – percentual de estudantes que alegaram conhecer orientação pelos astros celestes.	41
Figura 04: Módulo IV – paradigmas do sistema solar aceitos pelos participantes.....	43
Figura 05: Módulo IV – representação da trajetória de translação da Terra ao redor do Sol: (A) concepção dos estudantes e (B) aproximação da trajetória real.....	44
Figura 06: Módulo IV – conhecimento dos participantes quanto à formação das estações do ano.	45
Figura 07: Módulo IV – imagem usada no estudo do movimento da Lua ao redor da Terra. .	45
Figura 08: Módulo V – análise do conhecimento de 14 estudantes do EM e 12 do EF, em Astronomia básica, verificado por meio do desempenho em avaliação escrita, aplicada ao final do módulo V.....	47
Figura 09: Módulo VI – Avaliação de cada módulo segundo o interesse de 15 participantes do EM e 12 do EF, realizada no final do módulo VI.....	49
Figura 10: Concepção prévia de 232 estudantes do ensino fundamental e médio em relação ao modelo atômico real.	57
Figura 11: Reflexo do aprendizado dos estudantes do terceiro ano colegial confrontando o método tradicional e a introdução de tecnologia.	58
Figura 12: Relação de acertos dos 102 estudantes na avaliação em estilo tradicional acerca de questões envolvendo as projeções das linhas de campo elétrico e magnético, as quais foram apresentadas usando o livro didático (método tradicional) e a projeção de imagens computacionais (método digital).	59
Figura 13: Avaliação da edificação de subsunçores nos estudantes levando em conta o impacto das informações iniciais apresentadas no vídeo com relação às novas informações no conceito de temperatura, ponderando resultados de testes escritos, arguição oral e participação espontânea dos estudantes.	60
Figura 14: Habilidade demonstrada pelos estudantes do terceiro colegial em reter o conteúdo apresentado pelo vídeo e relacioná-lo com seu cotidiano.	61

Figura 15: simuladores utilizados no estudo de (A) Termologia, (B) Ondulatória e (C) Eletricidade.....	64
Figura 16: Ideias iniciais de 132 estudantes do ensino fundamental e médio com relação à definição de temperatura e calor.....	65
Figura 17: Simulador Gas Properties – utilizado no estudo de Lei dos Gases e Termodinâmica.....	67
Figura 18: Resultado do trabalho sobre Lei Geral dos Gases Ideais realizado pelos estudantes do 1º colegial explorando o simulador – (A) Análise das relações entre as grandezas que definem um gás e (B) – Formulação dos resultados após a análise de proporcionalidade.....	67
Figura 19: Simulador Color Vision – aplicado no estudo de formação das cores e classificação da luz.	69
Figura 20: Simulador Ballons and Static Eletriccity – utilizado no estudo do comportamento das cargas no fenômeno de eletrização por atrito e polarização.....	71
Figura 21: Simulador John Travoltage – utilizado no estudo do comportamento das cargas na eletrização por atrito e na condução de carga elétrica.	72
Figura 22: Simulador Generator – utilizado no estudo de corrente alternada e conversão de energias.....	74
Figura 23: Resultados apresentados em avaliação dos estudantes do 3º colegial em relação ao conhecimento adquirido após o uso dos simuladores.....	74
Figura 24: Estudantes calculando a velocidade média de: (A) uma pessoa andando e (B) uma pessoa correndo.	84
Figura 25: Resultado dos acertos dos estudantes em exercícios propostos a priori e a posteriori da realização da atividade prática envolvendo Cinemática.	85
Figura 26: Aplicação do experimento do movimento browniano, atestando o movimento dos átomos numa amostra líquida.....	87
Figura 27: Demonstração do alto calor específico da água.	88
Figura 28: Experimentos de aplicação das transformações térmicas: isométrica mostrando que, com a variação da pressão interna (A), a água adentra a garrafa (B); isotérmica, com relação à variação da densidade (C) e isobárica, evidenciando a força aplicada pela atmosfera com a variação da temperatura da lata (D).	90
Figura 29: Estudo matemático da multiplicação de imagens e das propriedades da reflexão..	92
Figura 30: Desempenho dos 16 grupos de estudantes na matemetização dos resultados obtidos no experimento de multiplicação de imagens.....	92
Figura 31: Exemplificação da reflexão total no uso da fibra óptica.....	93

Figura 32: Estudo das imagens formadas em espelhos curvos (A) – real (projetável) e (B) – virtual (não projetável).	95
Figura 33: Câmara escura usada para a análise das imagens projetadas a partir de uma lente biconvexa.....	96
Figura 34: Estudantes demonstrando processos de eletrização.	97
Figura 35: Resultados da avaliação de 95 estudantes do terceiro colegial sobre os processos de eletrização considerando dados antes e depois das atividades práticas.....	98
Figura 36: Resultados do aprendizado após a primeira dinâmica sobre processos de eletrização antes, durante e depois do fenômeno.	99
Figura 37: Resultado do aprendizado sobre as fases dos processos de eletrização.....	100
Figura 38: Resultados do aprendizado sobre processos de eletrização após a segunda dinâmica.	100
Figura 39: Demonstração das funções dos elementos de um circuito simples.....	101
Figura 40: Resultado da intenção dos estudantes do 3º colegial e 9º ano em prestar processos seletivos para ingresso na graduação.....	110
Figura 41: Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC) da USP – São Carlos.....	111
Figura 43: Estudo sobre o uso alavancas no CDCC – São Carlos.	113
Figura 44: Entrada do CDA da USP – São Carlos.	115
Figura 45: Estudante observando astros celestes pelo telescópio do CDA.	116
Figura 46: Torre Eiffel do parque temático Hopi Hari.....	118
Figura 47: Monitor do Hopi Hari faz o levantamento do conhecimento prévio dos estudantes sobre queda de corpos de massas diferentes, soltos da mesma altura e ao mesmo tempo....	118
Figura 48: Estudantes analisando o tempo de queda de corpos de massas diferentes.....	119
Figura 49: Na Montezum estudaram-se conceitos de força e conservação de energia.	120
Figura 50: Cinétrion usado para projeções em 3D.	122
Figura 51: Os estudantes recebem instruções sobre o funcionamento dos óculos 3D.	122
Figura 52: Estudantes testando a imponderabilidade no Katapul.....	123

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Estrutura de aplicação dos encontros do Minicurso de Astronomia.	35
Tabela 02: Módulo II – observações dos estudantes verificadas durante o módulo sobre estrelas.....	39
Tabela 03: Módulo III – concepções iniciais e alternativas dos 38 participantes com relação aos astros celestes durante a observação noturna.	40
Tabela 04: Módulo IV – conhecimento apresentado pelos participantes sobre os fenômenos internos e da atmosfera terrestre.	46
Tabela 05: Concepções iniciais generalizadas dos estudantes do 9º ano e 1º colegial sobre temperatura e calor.....	66
Tabela 06: Concepções iniciais dos estudantes do 2º colegial acerca da formação das cores.	70
Tabela 07: Conceitos sobre ondulatória trabalhados com os estudantes no método tradicional e no método digital avaliando em prova escrita os seguintes quesitos: A. C. – aprendeu completamente; A. P. – aprendeu parcialmente e N. A. – não aprendeu.	70
Tabela 08: Conhecimento prévio geral dos estudantes sobre Eletrodinâmica.....	72
Tabela 09: Dúvidas gerais mais frequentes dos estudantes sobre o funcionamento dos componentes de um circuito simples.....	73
Tabela 10: Conceitos comuns aos estudantes sobre os componentes de um circuito elétrico e sua função no sistema, evidenciando características que não puderam ser observadas no simulador Circuit Construction kit (AC + DC), citado no capítulo III. ..	102
Tabela 11: Avaliação do conhecimento de Astronomia de estudantes que participaram do minicurso, da visita ao CDA e os que não participaram de qualquer atividade.	116
Tabela 12: Concepções dos estudantes antes de depois de participarem da atividade proposta.....	121

SUMÁRIO

RESUMO	6
ABSTRACT	7
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	8
LISTA DE TABELAS	11
INTRODUÇÃO	15
CAPÍTULO 1 – REFERENCIAL TEÓRICO: O CONSTRUTIVISMO E A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE CIÊNCIAS	19
1.1. Apresentação teórica.....	19
1.2. Teorias cognitivas da aprendizagem	21
1.3. A Teoria da aprendizagem significativa no processo de ensino-aprendizagem.....	25
1.4. A aprendizagem significativa na óptica construtivista	27
1.5. Aplicação do conceito construtivista no ensino de Física objetivando a aprendizagem significativa	29
CAPÍTULO 2 – EXPLORANDO O AMBIENTE ESCOLAR COM APLICAÇÃO DE UM MINICURSO DE ASTRONOMIA	33
2.1. A importância de um bom ambiente escolar.....	33
2.2. Estrutura e desenvolvimento do Minicurso de Astronomia	34
2.2.1. Módulo I.....	36
2.2.2. Módulo II.....	38
2.2.3. Módulo III	39
2.2.4. Módulo IV	42
2.2.5. Módulo V.....	47
2.2.6 Módulo VI	48
2.3. Considerações sobre a aplicação do Minicurso de Astronomia	49
CAPÍTULO 3 – USO DE TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO E OBJETOS DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE FÍSICA	51

3.1. Conceitualizações sobre Tecnologia da Informação e Comunicação Objeto de Aprendizagem.....	51
3.2. Contextualização da tecnologia voltada para a educação	53
3.3. Uso das tecnologias da educação no ensino de Física	54
3.4. Uma experiência de aplicação no ensino de Física.....	55
3.4.1. Metodologia.....	55
3.4.2. Projeção de imagens digitais.....	56
3.4.3. Apresentação de vídeos APRESENTAÇÕES DE VÍDEOS.....	59
3.4.4. Uso de simuladores	62
3.5. Considerações sobre o uso de tecnologia da educação	75
3.5.1. Pontos positivos.....	75
3.5.2. Dificuldades encontradas	76
3.5.3. Panorama geral	77

CAPÍTULO 4 – EFICIÊNCIA DE ATIVIDADES PRÁTICO-EXPERIMENTAIS NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM..... 79

4.1. Por que aplicar atividades práticas no ensino de Ciências?	79
4.2. Aplicação de atividades prático-experimentais	80
4.3. Metodologia utilizada na aplicação das atividades práticas.....	82
4.4. Descrição das atividades aplicadas	83
4.4.1. Mecânica	83
4.4.2. Termologia	86
4.4.3. Óptica geométrica.....	91
4.4.4. Ondulatória em aparelhos acústicos	96
4.4.5. Eletromagnetismo	96
4.5. Considerações sobre a aplicação de atividades prático-experimentais.....	102

CAPÍTULO 5 – APLICAÇÃO DE AMBIENTES NÃO FORMAIS COMO ESTÍMULO AO APRENDIZADO..... 104

5.1. Conceitos acerca das educações formal, informal e não formal.....	104
5.2. Relação entre as educações na composição do ambiente educacional	106
5.3. Um exemplo de aplicação de ambientes não formais no ensino de Física	107
5.3.1. Metodologia aplicada.....	108

5.3.2. Universidade Aberta da UFSCar	109
5.3.3. Museu de Ciências da USP	111
5.3.4. Observatório da USP.....	114
5.3.5. Hopi Hari	117
5.4. Considerações sobre aplicação de ambientes não formais	124
CAPÍTULO 6 – CONCLUSÃO	126
REFERÊNCIAS	129
APÊNDICES.....	132

INTRODUÇÃO

A vida moderna e globalizada é, em grande parte, consequência do avanço científico e tecnológico ocorrido no último século. O desenvolvimento sustentável e harmonioso de um país, juntamente com sua inclusão nesse novo mundo só será possível se sua nação for composta por indivíduos de bom nível de alfabetização científica, como pesquisas demonstram que países mais educados são mais desenvolvidos e acumulam mais renda (BAILY; EICHER, 1993; HANNUM; BUSHMANN, 2003; KRUEGER; LINDAHL, 2004).

Dessa forma, a importância da educação no avanço tecnológico e evolução econômica de um país é atualmente um fato indiscutível. A mobilidade e a equidade sociais estão diretamente relacionadas à melhoria do ensino, privilegiando os indivíduos que usufruem de uma educação de qualidade. O mercado de trabalho valoriza imensamente o capital humano por necessitar de pessoas cada vez mais bem preparadas para acompanhar o desenvolvimento tecnológico e capazes de se impor frente à sociedade, de forma consistente e objetiva.

A aptidão apresentada por uma pessoa pode ser inata, mas precisa de condições apropriadas para que a inventividade aflore e provoque transformações que modifiquem a sociedade. Dessa forma, nações com baixo nível educacional e pouco incentivo à inovação não apresentam grandes avanços tecnológicos. O conhecimento científico se torna cada vez mais importante na vida do sujeito, que vê poucas chances de ascensão sem o auxílio encontrado na escola.

No entanto, é possível observar entre os estudantes, numa frequência que talvez supere a desejada, questões que tratam da necessidade de se estudar Física e expõem suas dificuldades em detectar a presença dessa Ciência no cotidiano. O desinteresse e o baixo desempenho apresentado podem estar relacionados às aulas puramente mecânicas e que muitas vezes não exploram a gama de recursos que podem ser destinados à estimulação do estudo e promoção do aprendizado considerado significativo.

Há diferenças gritantes, como podemos perceber, entre o presente sistema de ensino, seus resultados e o que é exigido para que se alcancem os objetivos estimados pela sociedade. O ensino brasileiro mostra-se defasado no que tange às modernas técnicas de ensino e instrumentalização voltadas para a educação, as quais já são largamente usadas em outros países; além de ocupar um lugar nada invejável frente às potências mundiais e entre as

nações emergentes, que têm perspectivas de avanço significativo no âmbito mundial, num futuro não distante (UNESCO, 2010).

Os estudos realizados pela UNESCO dentro do *Program for International Student Assessment* (PISA) demonstram que, nos levantamentos realizados, o Brasil está nas últimas posições da lista. Isso é um fato obstante no que se refere ao desenvolvimento de um país, como demonstram pesquisas realizadas em diversas nações atualmente consideradas desenvolvidas, ou que ocupam um lugar relevante no cenário socioeconômico mundial.

Assim, a escola básica é vista como uma prisão pelos estudantes, um fardo para os professores e incapaz de inculcar mudanças significativas na óptica da sociedade. Aulas monótonas, com poucos recursos senão quadro negro e giz estão longe de oferecer o aprendizado esperado pelos estudantes. Conforme exposto é necessário que a instituição escolar promova mudanças na prática pedagógica, na sua formação e no modo como lida com a produção e transmissão do conhecimento. Segundo Libâneo (2003), a sociedade ambiciona uma escola capaz de garantir formação cultural e científica para a vida pessoal, profissional e cidadã, propiciando o estabelecimento de uma relação autônoma, crítica e construtiva com a cultura em suas várias manifestações, vislumbrando a formação de cidadãos que tenham participação em todas as esferas da vida social.

Então, na tentativa de modificar esse quadro, ou ao menos atenuar os sintomas mais agudos do sucateamento da escola brasileira, o presente trabalho propõe o uso de recursos que são pouco destinados à educação e sugere técnicas pedagógicas que explorem o aparato tecnológico já presente no cotidiano dos estudantes e professores, visando o conhecimento aliado à diversão e com a pretensão de alcançar o aprendizado significativo em uma parcela expressiva dos estudantes.

Recursos como a *Internet*, *softwares* de simulações, atividades práticas, visitas a parques temáticos e centros de divulgação científica, além do uso do computador em geral, foram amplamente utilizados para a composição do projeto a que se destina esse trabalho: um roteiro de recursos estimuladores para a aprendizagem significativa.

Em cada capítulo, os resultados serão apresentados e discutidos revelando uma nova faceta para a educação básica. Mais arrojada e moderna, ao lidar com a tecnologia atual presente no cotidiano dos estudantes e sintonizada com as necessidades de cidadãos conscientes e participantes da sociedade contemporânea ao considerar situações de aprendizagem bem perto do que acontece no dia-a-dia, além de valorizar e orientar o conhecimento trazido pelos estudantes.

A fim de que se tornasse possível alcançar tais objetivos julgou-se necessário conhecer: o perfil da escola e seus componentes; a estratégia, formação e consolidação do aprendizado utilizados pelos estudantes; o que os motiva, para fazê-los participar da composição do processo ensino-aprendizagem e estimulá-los para a busca espontânea do conhecimento, levando-os à construção de sua personalidade crítica e ativa; além de saber quais são as necessidades da sociedade e o que ela espera da educação moderna. Tudo isto baseado numa metodologia construtivista, com vistas para o aprendizado significativo fundamentado nos trabalhos de **Piaget, Bruner, Vygotsky, Wallon e Ausubel**, conforme será exposto no capítulo 1.

No capítulo 2, explorar-se-á o ambiente escolar, buscando resgatar os valores da instituição junto à comunidade trabalhando em contraturno, ou em finais de semana, com a aplicação de um Minicurso de Astronomia. A escolha deste tema se deu em virtude de ser uma disciplina interessante para os estudantes, mas que é pouco abordada no ensino regular, gerando dúvidas e concepções alternativas falhas. Seu desenvolvimento aconteceu por meio de apresentações em *data-show* e observações práticas a olho nu, explorando assuntos de conhecimento prévio dos estudantes e os confrontado com o conhecimento científico fornecido, o que levou a temas a serem discutidos em debates após cada reunião. Além do conhecimento acadêmico, procurou-se oferecer cultura e lazer estreitando as relações proporcionadas pela instituição escolar, aproximando a comunidade da escola.

O capítulo 3 abordará a influência da era da tecnologia e da informação, utilizando recursos que são altamente procurados por estudantes, por oferecer maneiras mais atraentes e rápidas de atender suas necessidades. Dessa forma, o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) e Objetos de Aprendizagem (OAs), foram estudados de forma a trazer novos meios à modernização e globalização da educação. O uso de vídeos, simuladores, figuras, apresentações, entre outros, foram aplicados na tentativa de enriquecer a aula e atrair a atenção dos estudantes, além de possibilitar acesso a conteúdo inviável, seja pela condição econômica (aparelhos ou produtos de altos custos) ou pelo fator de risco (aparelhos ou produtos de manipulação perigosa).

Já o capítulo 4 tratará da eficiência de atividades práticas como introdução, ou um complemento do conteúdo teórico, aproximando o processo de ensino-aprendizado da realidade a partir do momento que ajuda a tornar palpável o entendimento da concepção, construção, funcionamento e aplicação da tecnologia.

Por fim, no capítulo 5, explorará o uso de espaços não formais para a complementação do conteúdo escolar e apresentação de uma atmosfera mais atrativa, que

prime pela educação, a qual esteja relacionada à diversão; como acontece em museus de ciências e parques temáticos.

A aplicação desses recursos aconteceu durante os anos de 2010 e 2011, com estudantes do ensino fundamental do Centro Integrado de Educação e Cultura de Guaxupé (CIEG) e do Colégio Objetivo Junior (Objetivo), e do ensino médio da E. E. Dr. André Cortez Granero (Polivalente), sendo todas as instituições escolares localizadas na cidade de Guaxupé, sul de Minas Gerais.

Ao fim do projeto, verificaremos o quanto esses recursos mostraram-se eficazes frente ao ensino tradicional e o quanto contribuíram para a formação de cidadãos curiosos, participativos e críticos da sociedade em que estão inseridos, além de avaliar se houve assimilação dos meios oferecidos por esses recursos no desenvolvimento de habilidades e competências que qualifiquem os estudantes para interagir e interferir positivamente em seus cotidianos, conduzindo ao desenvolvimento contínuo e sustentável. Assim sendo, como objetivo derradeiro e produto final desse trabalho dissertativo, teremos a estruturação de um roteiro complementar ao processo de ensino-aprendizagem que atue em várias frentes a fim de oferecer possibilidades concretas para que se atinja a aprendizagem significativa.

CAPÍTULO 1 – REFERENCIAL TEÓRICO: O CONSTRUTIVISMO E A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

1.1 Apresentação teórica

Devido ao seu elevado caráter sistêmico, a educação influencia profundamente a economia e a sociedade, refletindo cada acréscimo de quantidade educacional no desenvolvimento e aparecimento de novas oportunidades, causando uma sucessão de avanços em todas as áreas. Desse modo é necessário que a instituição escolar promova mudanças na prática pedagógica, na sua formação e no modo como lida com a produção e transmissão do conhecimento. Desse modo, temos que:

O conhecimento gera os grandes avanços básicos de tecnologia que criam as condições de desequilíbrio nas quais são possíveis altos retornos e altas taxas de crescimento. O conhecimento permite que, de um momento para outro, coisas novas sejam feitas de novas maneiras. O automóvel e a linha de montagem mudaram o mundo. Velhas atividades podem ser executadas de maneiras tão diferentes que elas se transformam essencialmente em novos produtos. O microprocessador permite que um laptop faça qualquer coisa que os computadores IBM de grande porte podiam fazer há trinta anos. (THUROW, 2001, p. 96)

Segundo Libâneo (2003), a sociedade ambiciona uma escola capaz de garantir formação cultural e científica para a vida pessoal, profissional e cidadã, propiciando o estabelecimento de uma relação autônoma, crítica e construtiva com a cultura em suas várias manifestações, vislumbrando a formação de cidadãos que tenham participação em todas as esferas da vida social.

Assim sendo, é preciso que o Brasil melhore o ensino de ciências para que apresente um desenvolvimento sustentável dentro do quadro mundial, com a ressalva de que não é possível afirmar que desenvolvimento científico garanta, automaticamente, desenvolvimento social. A mudança deve ser encarada como um modo de formar cidadãos críticos e capazes de entender e interagir com o ambiente no qual estão inseridos, evitando a exclusão social. Tal perspectiva significa total comprometimento com a constante construção da instituição escolar e sua dinâmica, compartilhando seus recursos e compreendendo, de

maneira histórica, o espaço onde atua, seus estudantes, o **conhecimento que trazem** e suas expectativas, de modo a resgatar sua identidade e dignidade profissional (LIBÂNEO, 2003).

Nesta óptica, este trabalho baseia-se nos conceitos construtivista e da aprendizagem significativa, mais precisamente nos trabalhos de Jean William Fritz **Piaget**, Jerome Seymour **Bruner**, Lev Semenovitch **Vygotsky**, Henri **Wallon** e David Paul **Ausubel**, com a contribuição de Joseph Donald **Novak**, por entender que o conhecimento se dá pela interação do sujeito com o meio que o cerca e o aprendizado pode ser detectado quando é posto à prova em situações que exijam tomadas de decisões baseadas em experiências tidas no cotidiano do indivíduo. Também se considera de suma importância para tal, a participação dos estudantes no processo de aprendizado levando em conta a sua bagagem cultural, de modo a buscar subsídios que norteiem novos conhecimentos rumo à aprendizagem significativa e permanente, respeitando os estágios de seu desenvolvimento intelectual e valorizando as relações afetivas construídas no ambiente de aprendizado, as quais forneçam as situações de conforto necessárias para que se sintam à vontade para participar ativamente do processo de ensino-aprendizagem.

Com base nas perspectivas apresentadas acima foram aplicadas as teorias de Bruner, Piaget, Vigotski, Wallon e Ausubel, destacando o conteúdo que dialogasse com ideologia desse trabalho como a importância da afetividade, do relacionamento produtivo em sala da aula e a relevância do professor ativo e reflexivo. Segundo Rogers (1969), a função docente extrapola a mera transposição de conhecimento, propondo que este seja um facilitador da desinibição da curiosidade, estimulando o questionamento e a pesquisa, além de reconhecer que tudo está num estado de mutação permanente.

No construtivismo de Piaget, há a proposta da participação ativa do estudante no processo de ensino-aprendizagem utilizando para tanto a experimentação, a pesquisa (especialmente em grupo), o estímulo à dúvida, a evolução do raciocínio, entre outros, de forma a caracterizar e desenvolver as propriedades do mundo em que se insere. Dessa forma, permite-se ao estudante a formulação de uma base de operações explicativas mais complexas em comparação às suas premissas.

Na tentativa de se desenvolver um ambiente construtivista, o erro passa a ser tratado como uma importante fonte para o aprendizado onde o estudante deve sempre indagar-se sobre os efeitos de seus atos e a partir deles construir seus novos conceitos. Nesse contexto, a importância das avaliações tradicionais é completamente modificada ao verificar não apenas o quanto o estudante foi capaz de assimilar, mas também como este reagirá à informação e como a transformará em conhecimento.

De maneira sintética, o ambiente construtivista exige o reconhecimento da importância do “educador-educando” e que o processo de ensino-aprendizagem siga uma forte interação entre o sujeito da aprendizagem e o elemento de estudo, seja ele: o professor, o conteúdo, um experimento ou os colegas de sala. Assim será possível “construir” novos níveis de conhecimento em todos os segmentos.

1.2. Teorias cognitivas da aprendizagem

Na tentativa de compreender e melhorar as técnicas de ensino-aprendizagem foram desenvolvidas as teorias de aprendizagem apresentando conjecturas que procuram explicar os fatos envolvidos nesse processo.

Segundo Moreira (1999), uma teoria é uma busca humana por sistematizar uma área de conhecimento com bases num ponto de vista particular de como explicar as coisas, prever observações e resolver problemas. Assim, uma teoria científica é caracterizada quando se baseia em informações e hipóteses que podem ser comprovadas experimentalmente.

As teorias científicas da aprendizagem surgiram no final do século XIX, com Watson, Pavlov e Skinner, por meio do estudo de como o indivíduo conhece, pensa, raciocina, quer, aprende, sente, de como se ajusta ao meio e, principalmente, de como transforma seu comportamento. Estas teorias preocuparam-se com o estudo dos aspectos observáveis do comportamento propondo que ele guarda respostas que podem ser observadas e associadas a eventos que as precedem, denominados estímulos, e as sucedem, chamados respostas. No entanto, no contexto educacional atual, estas teorias são pouco observadas devido ao seu caráter voltado para a educação mecânica, a qual dista das necessidades contemporâneas.

Hoje em dia, o que se procura são construtivismo, aprendizagem significativa e mudança conceitual, considerando que um ensino de qualidade prioriza o construtivismo, facilita a aprendizagem significativa e possibilita a mudança cultural.

Considerando as teorias cognitivas, há de se destacar o construtivismo de Jean Piaget (1967, 1972, 1975). Esta teoria propõe que o desenvolvimento do conhecimento infantil acontece em momentos bem definidos, numa sequência fixa e igual para todas as crianças, as quais possuem uma estrutura mental própria, diferenciada da dos adultos. Na visão piagetiana, o processo de ensino-aprendizado decorre do desequilíbrio provocado no aprendiz levando-o a procurar o reequilíbrio ao se reestruturar cognitivamente. No entanto, para isso, deve-se considerar o nível de desenvolvimento cognitivo do aprendiz de modo que

o desequilíbrio não supere a sua capacidade e o leve a abandonar o processo ao invés de procurar o reequilíbrio.

De acordo com Piaget, a evolução do conhecimento acontece por meio da assimilação e da acomodação. A assimilação se dá através da interação do sujeito com o meio levando-o a desenvolver esquemas de assimilação mentais para abordar a realidade ligando-a aos seus esquemas de ação e impondo-se ao meio. Já a acomodação ocorre ao expor-se a problemas ou dificuldades impostas pelo ambiente provocando a reestruturação cognitiva e, por conseguinte, a modificação do conhecimento. Portanto, não há acomodação sem que ocorra antes a assimilação e uma situação que provoque o desequilíbrio do indivíduo frente às necessidades. O equilíbrio está relacionado, então, à adaptação do sujeito à situação.

No que tange às implicações da teoria de Piaget para o ensino, ensinar significa provocar (ativar) o desequilíbrio no organismo (mente) da criança para que ela busque novamente o equilíbrio por meio da reestruturação cognitiva, levando sempre em conta o nível de desenvolvimento mental da criança, de forma a evitar um desequilíbrio que não torne possível o reequilíbrio. Aliás, em se tratando de um ambiente carente de situações desequilibradoras, compete ao educador produzir artificialmente estas condições, uma vez que o professor deve ser tão ativo quanto os estudantes.

Também há de se considerar que a teoria piagetiana prega que o ensino deve ser acompanhado de apresentações e demonstrações dando ao estudante, sempre que possível, a oportunidade de agir. Porém, é importante que estas ações devam estar relacionadas à fala do professor por entender que estas ações por si só não seriam capazes de produzir o conhecimento, mesmo sendo realizadas pelos próprios estudantes.

Continuando nessa linha ideológica, a teoria proposta por Vygotsky (1987, 1988) torna importante a linguagem na sistematização das experiências do aprendiz, assim como a aplicação de associações e relações como meio de interação entre suas atividades, além da integração entre a fala e a ação na construção do conhecimento cognitivo. Dessa forma, o desenvolvimento acontece em duas frentes: uma está relacionada ao que o indivíduo pode realizar por si só e a outra acontece com o auxílio de uma pessoa que saiba mais. De acordo com Vygotsky, a segunda está mais bem relacionada com o desenvolvimento mental da criança. O ensino deve agir entre esses dois estágios acionando os processos de desenvolvimento oriundos da interação do indivíduo com outras pessoas. Esses processos entrarão no primeiro nível de desenvolvimento ao serem absorvidos, transformando-se em aprendizagem e fornecendo novos meios para aprender (LUCCI, 2006).

Outra implicação direta da teoria de Piaget ao ensino está na argumentação de que o problema diagnosticado no aprendizado de alguns estudantes em relação a determinadas disciplinas está diretamente relacionado à metodologia utilizada no processo de ensino-aprendizagem, sendo que, quando há identificação do estudante com a prática empregada pelo educador haverá maior probabilidade de aprendizagem, não importando qual seja a disciplina.

Um exemplo disso é quando há a passagem excessivamente rápida por tópicos sem que haja o tempo necessário para que tanto o estudante, quanto o professor, possam analisar qualitativamente a situação e discorrer sobre o seu raciocínio. Dessa forma, o desequilíbrio é tão grande que torna o equilíbrio uma tarefa quase irrealizável para o estudante, levando ao possível abandono desse objetivo.

Uma alternativa seria a aprendizagem por descoberta proposta por James Bruner (1988, 1991), a qual permite que o estudante aprenda além da mera memorização. O aprendizado se dá por meio do relacionamento entre os fatos, que promove o entendimento das similaridades entre os tópicos apresentados, as quais não foram percebidas anteriormente. Nesse contexto, “a descoberta de um princípio ou de uma relação por uma criança é essencialmente idêntica – enquanto processo – à descoberta que um cientista faz em seu laboratório.” (MOREIRA, 1999, p. 82).

Num paralelo com o trabalho de Piaget, para Jofili (2002), Vygotsky expõe a lógica da transformação de maneira franca ao afirmar que tanto a sala de aula sofre influências da sociedade como pode influenciá-la. Assim, o ensino de qualidade situa-se a frente do desenvolvimento cognitivo e interage com ele. Em outras palavras, o processo de ensino-aprendizagem que se baseia em níveis de desenvolvimento já alcançados não é significativo, no ponto de vista do aprendiz (MOREIRA, 1999).

Nesse sentido, conforme Moreira (1999), Bruner destacou-se ao afirmar que é possível ensinar qualquer assunto, de uma maneira honesta, a qualquer criança em qualquer estágio de desenvolvimento, desde que se leve em consideração as diversas etapas do seu desenvolvimento intelectual. Dessa forma, “para Bruner, o que é relevante em uma matéria de ensino é sua estrutura, suas ideias e relações fundamentais.” (Moreira, 1999, p. 82).

A teoria da afetividade de Henri Wallon leva o desenvolvimento intelectual para uma cultura mais humanizada, considerando o indivíduo como um todo e convergindo elementos como afetividade, emoções, movimento e espaço físico num mesmo patamar. Com isso, torna-se importante considerar que o processo ensino-aprendizagem é o recurso fundamental do professor sendo sua compreensão e o papel da afetividade nesse processo um elemento importante para aumentar sua eficácia (MAHONEY; ALMEIDA, 2005).

Os professores que decidem utilizar uma pedagogia baseada num **ambiente construtivista** buscam a aprendizagem de modo a assumir um caráter colaborador com seus aprendizes e estimulando-os a realizar a mesma prática entre si. Dessa forma, espera-se construir as melhores relações educativas através de seu poder social, potencializado o processo de ensino-aprendizado quando coloca os recursos de cada membro à disposição do grupo.

Num ambiente construtivista deve haver a efetiva exploração participativa dos estudantes e oferecer-lhes o período necessário para analisarem criticamente seus pensamentos, suas ações, suas dificuldades, os problemas a superar e a qualidade de sua aprendizagem, tendo como plano de fundo, sempre que possível, a individualidade de cada estudante, respeitando suas limitações e seu modo de aprender.

Para tanto, deverá estruturar-se nas melhores relações interpessoais estabelecidas no ambiente escolar, incentivando a comunicação entre estudantes/professores e estudantes/estudantes com diálogo horizontal e nos dois sentidos, promovendo o desenvolvimento social, em liberdade e com responsabilidade.

Diferentemente do exposto acima, num ambiente tradicional, as relações são estabelecidas de forma unívoca e arbitrária, levando o estudante a uma posição de completa passividade, onde sua função é de apenas responder, sem questionar o professor, configurando um diálogo vertical, cuja iniciativa pertence a este último.

Entende-se que os processos de comunicação e influência entre professor e estudante estão sujeitos à maneira de como se estrutura e se desenvolve a relação mútua. À primeira vista, o professor possui uma ideia de o quê propor aos seus estudantes, da forma da proposta e como avaliá-la. Da mesma forma, a percepção dos estudantes em relação ao professor influenciará o modo como interpretarão essas propostas (SOLÉ, 2001). Portanto, além das ideias quanto à competência científica, do rigor e da clareza da linguagem, os estudantes também configuram representações do professor no que tange à disponibilidade empregada, à sua afetuosidade, à capacidade de incentivo, entre outros.

Assim, a educação baseada nos conceitos construtivistas deve considerar os estágios evolutivos do desenvolvimento cognitivo do estudante, buscando compreender os comportamentos e capacidades determinantes em cada fase e quais são seus objetivos, de modo a orientar a ação educativa mais bem acertada em cada situação. Além disso, é de igual importância a exploração do que os estudantes têm a oferecer na participação interativa do processo de ensino-aprendizagem e a instituição escolar deve oferecer as condições para que este se sinta confortável para tanto.

Nesse contexto, David Ausubel sugere em sua teoria da **aprendizagem significativa** que uma nova informação é assimilada quando há a associação com conceitos já existentes em nossa estrutura cognitiva. Ausubel concentrou atenção na aprendizagem nua e crua da maioria das escolas, considerando que o fator que mais influencia a aprendizagem é o que o estudante já sabe, sendo de responsabilidade do professor identificar isso e ensinar de acordo (MOREIRA, 1999).

1.3. A Teoria da aprendizagem significativa no processo de ensino-aprendizagem

Para que a aprendizagem seja considerada significativa é fundamental que as novas informações assumam significado e sejam agregadas à estrutura cognitiva de forma não arbitrária e pouco rigorosa, possibilitando a diferenciação, elaboração e estabilidade dos conhecimentos existentes, denominados por Ausubel como *subsunçores* (BUCHWEITZ, 2001). Nesse sentido, “Ausubel vê o armazenamento de informações no cérebro humano como sendo organizado, formando uma hierarquia conceitual, na qual elementos mais específicos de conhecimento são ligados e assimilados a conceitos mais gerais, mais inclusivos.” (MOREIRA, 1999, p. 153).

No entanto, quando o conteúdo não é relacionado ao já conhecido, acontece o que Ausubel chama de aprendizagem mecânica. Dessa forma o conhecimento se faz presente por um curto intervalo de tempo e depois acaba por desaparecer. Apesar disso, Ausubel não apresenta uma diferenciação entre a aprendizagem mecânica e a aprendizagem significativa, configurando-se uma antítese. Mesmo assim, Pontes Neto (2006) considera que a aprendizagem não será significativa caso aconteça a memorização literal e arbitrária dos conteúdos sob estudo. Então:

Para o desenvolvimento de conceitos subsunçores, Ausubel recomenda o uso de organizadores prévios, que são materiais introdutórios apresentados antes do assunto a ser aprendido. Ou seja, um conteúdo de maior nível de generalidade do que aquele que será aprendido, que relaciona ideias contidas na estrutura cognitiva e ideias contidas na tarefa de aprendizagem. (PONTES NETO, 2006, p. 120).

A função básica do organizador prévio, segundo Ausubel, é de fazer a ligação entre o que o estudante conhece e o que ele precisa conhecer, a fim de que a nova informação seja transformada em aprendizado significativo e, de acordo com Pontes Neto (2006), este conteúdo deve ser apresentado ao estudante antes da tarefa de aprendizagem.

Assim, o uso dos organizadores prévios é uma forma de manipular a estrutura cognitiva e com isso potencializar a possibilidade de ocorrer a aprendizagem significativa, pois, diferentemente dos sumários, os organizadores são apresentados num nível mais alto de abstração, generalidade e inclusão de forma a garantir que o conteúdo a ser estudado seja associável e/ou integrado à estrutura cognitiva do estudante. Como exemplo, no âmbito do trabalho, podemos citar a definição de calor e o estudo de eletrodinâmica. Para facilitar o aprendizado, o calor foi comparado ao ciclo da água (organizador prévio), onde a chuva é apenas o nome dado a um fenômeno físico, enquanto que o que fica armazenado nas nuvens e é transportado para o chão é a água. Assim, o calor fica análogo ao fenômeno e a energia térmica à água. Já o funcionamento de um circuito elétrico foi comparado a um rio (organizador prévio), sendo o desnível do terreno comparável à diferença de potencial, o fluxo de água equivalente à corrente elétrica e os percalços no trecho do rio semelhantes à resistência elétrica. “Essa condição implica em que o aprendiz tenha disponível em sua estrutura cognitiva os subsunçores adequados. A outra condição é que o aprendiz manifeste uma disposição para relacionar de maneira substantiva e não arbitrária o novo material à estrutura cognitiva.” (CARMO FILHO, et. all., 2004, p. 1591).

O cerne do processo da aprendizagem significativa reside no relacionamento não arbitrário e substantivo de ideias simbolicamente relacionadas a um tópico importante da estrutura de conhecimento do estudante, ou seja, quando estão associadas a um aspecto que lhe seja significativo e conveniente à interação com a nova informação, permitindo surgir ao estudante novos significados dos conteúdos teoricamente significativos e levar à modificação do seu conhecimento prévio.

O exemplo mais comum de aprendizagem significativa é a do significado de símbolos individuais (palavras) ou aprendizagem do que representam, a qual Ausubel denominou como aprendizagem representacional. Um tipo muito importante dessa aprendizagem é a aprendizagem conceitual, pois mesmo sendo os conceitos representados por símbolos individuais, neste caso passam a ser representações genéricas ou categorias. Assim, é preciso distinguir entre aprender o que significa a palavra conceito e aprender o significado do conceito, ou seja, aprender qual conceito está representado por uma dada palavra e aprender o significado do conceito.

Já a aprendizagem proposicional está relacionada aos significados de ideias representadas por grupos de palavras, normalmente representando conceitos, associadas em proposições ou sentenças.

O tipo mais corriqueiro de aprendizagem significativa é a subordinada, onde o aparecimento de significados para os conteúdos de aprendizagem normalmente cogita uma relação de subordinação à estrutura cognitiva. Os conceitos e as proposições potencialmente significativos ficam subordinados às ideias mais abstratas, gerais e inclusivas (subsunçores). Caso o novo conteúdo esteja apoiado numa concepção preexistente ou proceda diretamente desta, a aprendizagem subordinada é classificada como derivativa. Se o novo material é uma extensão, elaboração, modificação ou quantificação de conceitos ou proposições anteriormente aprendidos significativamente, a aprendizagem é então chamada correlativa.

Um caso menos comum de acontecer é a aprendizagem superordenada. Porém, possui muita importância na elaboração de conceitos, na unificação e reconciliação integradora de proposições à primeira vista não relacionadas ou conflitantes.

Segundo Ausubel, a aprendizagem de conceitos ou proposições que não são subordinadas, ou capazes de subordinar, e nem superordenadas em relação a alguma concepção especial já estabelecida na estrutura cognitiva do aprendiz é classificada como aprendizagem significativa combinatória. Nesse caso, generalizações inclusivas e imensamente explicativas como relações entre massa e energia, estrutura genética e variabilidade, demandam este tipo de aprendizagem.

1.4. A aprendizagem significativa na óptica construtivista

Em sua teoria, Piaget não destaca o conceito de aprendizagem, no entanto, entende-se como o sendo quando o esquema de assimilação sofre acomodação. Dessa forma, faz-se um paralelo entre o processo de assimilação e o conceito de subsunçores, assim como entre a acomodação e a modificação do subsunçor primário que caracteriza a aprendizagem significativa.

Na aprendizagem significativa, um novo subsunçor é desenvolvido e começa a subordinar os conceitos e proposições que propiciaram sua construção de forma análoga ao que ocorre com a acomodação, quando um novo esquema de assimilação é estabelecido.

Quando o conteúdo não é virtualmente significativo, não é possível atingi-la. Da mesma forma, quando o desequilíbrio cognitivo apresentado pelo meio é incompatível com a estrutura mental do estudante, torna-se impraticável a acomodação. Na perspectiva *ausubeliana*, não houve alterações nos subsunçores iniciais e de acordo com Piaget, não foram construídos novos esquemas de assimilação. No entanto, não significa que os esquemas

de Piaget e os subsunçores de Ausubel sejam a mesma coisa, havendo, portanto, apenas uma relação comparativa entre as duas teorias à óptica de cada autor.

A aprendizagem significativa envolve a obtenção e a edificação de significados convertendo o significado lógico dos conteúdos de aprendizagem em significado psicológico para o estudante. Em comparação com a teoria proposta por Vigotski, isto é análogo à *internalização* de instrumentos e signos. É característica da aprendizagem significativa subordinada a designação de significados às novas informações obtidas por meio da relação com significados bem determinados, estáveis e diversificados, que já estejam presentes na estrutura cognitiva do aprendiz, assim como é atributo da aprendizagem *supeordenada* o surgimento de novos significados através da junção e reordenação de significados já locados cognitivamente, as quais exigem um intercâmbio de significados muito bem relacionados à teoria de Vigotski.

Na teoria *ausubeliana*, os estudantes (salvo as crianças) são capazes de receber as novas informações, ou novos significados em sua configuração final, sendo que a aprendizagem significativa fica à responsabilidade da estrutura cognitiva prévia apropriada, caracterizando a aprendizagem por recepção. De forma semelhante, a *internalização* de significados na visão *vigotiskiana* também pode ser apresentada ao aprendiz em sua forma final. No entanto, essas modalidades de aprendizagem não são imediatas e, por isso, necessitam do intercâmbio de significados. Portanto, em ambos os casos deve haver a interação social, a qual tem sua relevância apontada por Ausubel ao argumentar a favor da importância da linguagem na aprendizagem significativa.

“Para todas as finalidades práticas, a aquisição de conhecimento na matéria de ensino depende da aprendizagem verbal e de outras formas de aprendizagem simbólica. De fato, é em grande parte devido à linguagem e à simbolização que a maioria das formas complexas de funcionamento cognitivo se torna possível.” (AUSUBEL, 1968, p. 79).

Assim sendo, entende-se que a aprendizagem significativa depende do intercâmbio de significados e da interação social, mesmo admitindo que a facilitação desta não se limite a apenas isto, pois, além do exposto, o próprio Ausubel, expõe a necessidade do fator afetivo para que a aprendizagem seja realmente significativa. Não basta que o material de aprendizagem seja virtualmente significativo, é preciso que o estudante manifeste a disposição para o processo de aprendizagem significativa. Se a intenção do indivíduo for apenas a memorização momentânea do conteúdo, a aprendizagem só poderá ser mecânica.

Com Joseph D. Novak, a teoria da aprendizagem significativa ganha características mais humanistas, quando passa a considerar e a estudar como melhorar o modo

como as pessoas pensam, sentem e agem. Nessa teoria, o processo de ensino-aprendizagem é uma maneira de trocar significados, assim como para Vigotski. Além disso, há também a troca de sentimentos entre estudante e professor, cujo objetivo é a aprendizagem significativa. Nesse caso, a predisposição ao aprendizado significativo citado por Ausubel está profundamente associada à experiência afetiva vivida pelo aprendiz no processo educacional. Considera-se a hipótese de experiência afetiva positiva e intelectualmente construtiva quando o estudante percebe evolução em sua estrutura cognitiva e, em contrapartida, a experiência afetiva é negativa e leva à sensação de desajuste quando o estudante sente que não há mudança em seu conhecimento prévio.

Atitudes e sentimentos positivos em relação à experiência educativa têm suas raízes na aprendizagem significativa e, por sua vez, facilitam-na. Nesta perspectiva, nasce uma relação cíclica entre a tendência ao aprendizado e a aprendizagem significativa ao considerar que esta requer predisposição para aprender e, ao mesmo tempo, produz esse tipo de experiência afetiva.

Portanto, Novak introduziu novos significados na teoria de Ausubel ao passar a considerar que a aprendizagem significativa subjaz a construção do conhecimento humano relacionando positivamente pensamentos, sentimentos e ações a fim de alcançar o engrandecimento pessoal.

1.5. Aplicação do conceito construtivista no ensino de Física objetivando a aprendizagem significativa

É possível observar atualmente nas instituições escolares a existência de um currículo estagnado e baseado na segmentação dos conceitos científicos a serem estudados, dificultando as relações entre conteúdos que apresentam importante conexão.

No ensino de Física, há a assimilação de conteúdo ao longo do ensino fundamental de maneira a constituir o conhecimento prévio do estudante. No entanto, ao ser revisitado no ensino médio, pouco é feito na intenção de reativar o conhecimento inicialmente estabelecido. Além disso, na estrutura tradicional de educação, o estudo dos conteúdos compartimentados e num ritmo demasiadamente rápido, constituem um grande empecilho à análise qualitativa e relacionável das novas informações oferecidas, as quais são muitas vezes impostas ao estudante, dando pouca ou quase nenhuma abertura para a argumentação, seja com o professor ou com os colegas de sala; sendo esta última, altamente desencorajada na maioria dos sistemas de ensino.

Geralmente, o que se observa no ensino clássico de Física é a aprendizagem mecânica, uma vez que quando é necessária a aplicação do conhecimento de um tópico estudado anteriormente, na maioria das vezes, os estudantes são incapazes de fazê-la. No entanto, quando são verificados elementos que caracterizam a aprendizagem significativa, o método educacional utilizado pelo professor é o fator preponderante para obtê-la.

Outro ponto importante, e que é negligenciado muitas vezes, está relacionado às concepções alternativas errôneas construídas pelos estudantes a fim de explicarem ou facilitarem o entendimento de um conteúdo que provoca o desequilíbrio cognitivo. Alguns exemplos, identificados na pesquisa deste trabalho e que serão discutidos nos próximos capítulos, são: força e energia; temperatura e calor; corrente e energia elétrica; entre outros. Este fato pôde ser constatado por meio de avaliações de desempenho, as quais apresentam novo significado na percepção construtivista ao analisar o erro do ponto de vista tanto do professor quanto do estudante. Enquanto o primeiro deve ponderar não apenas sobre o quanto houve de aprendizado, mas também qual a qualidade deste; o segundo deve buscar novas formas de suprir as necessidades remanescentes do processo de aprendizagem inicial.

Tudo isto pode ser explicado pela necessidade de cumprimento do extenso, porém, apertado cronograma, que faz com que não haja o tempo necessário para discorrer adequadamente sobre o conteúdo do processo de ensino-aprendizagem. Este processo é muito mais complexo do que se imagina, pois a aprendizagem não acontece instantaneamente e exige uma sequência evolutiva dos conteúdos compatível com nível cognitivo do estudante. Por isso, são consideradas válidas todas as contribuições dadas pelas teorias de ensino e aprendizagem.

Conforme exposto, de modo geral, a aprendizagem significativa caracteriza-se pela interação entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio, de forma que os novos significados recebidos contribuam para a evolução dos que já existiam, tornando possível o aperfeiçoamento dos conteúdos estudados. Segundo Tavares (2008), a aprendizagem significativa permite não apenas a retenção da estrutura do conhecimento, como também sua aplicação numa situação diferente da que fora construído.

Diante dessas considerações, entende-se que o estudante melhora e aumenta sua capacidade de assimilação e compreensão a cada nível educacional e o processo de ensino-aprendizagem torna-se dinâmico do âmbito escolar ao familiar e social.

Então, é fundamental que seja estabelecido um ambiente construtivista que conduza ao aprendizado significativo. A primeira exigência é que o ambiente estimule uma interação muito próxima entre o estudante e a Física de forma que a integre à sua realidade,

dentro de suas condições, a fim de estimulá-lo e desafiá-lo, porém, permitindo que as novas situações criadas possam ser adaptadas às estruturas cognitivas preexistentes e promova o seu desenvolvimento. A segunda exigência é que, para tanto, utilize recursos didáticos diversificados, que privilegiem a participação e que desenvolva várias capacidades do estudante, respeitando sua heterogeneidade.

Nesse contexto, muitos dos instrumentos fornecidos pelas Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) são muito adequados ao desenvolvimento de atitudes, curiosidades e investigação por parte dos estudantes, possibilitando a representação de conceitos sob variadas maneiras. Além disso, oferecem ao professor situações determinantes capazes individualizar o ensino e, eventualmente, alterar seu papel rotineiro de instrutor para *co-aprendente* (HARPER E HEDBERG, 1997). Tendo isto em mente, um exemplo de aplicação está descrito no capítulo 04 deste trabalho – USO DE TICs NO ENSINO DE FÍSICA – explorando qualitativa e quantitativamente os recursos oferecidos por essa tecnologia, com o objetivo de analisar as concepções prévias e alternativas dos estudantes e fundamentar o conhecimento em conceitos mais sólidos e corretamente construídos.

Ainda nessa óptica, a colaboração e a interação entre o professor e os estudantes, em sala de aula ou fora dela, onde impere o respeito e a cordialidade, são características muito importantes num ambiente construtivista. Assim, nasce uma relação de cumplicidade essencial para a aproximação entre professor e aprendiz, fazendo com que o educador possa interpretar melhor a individualidade de cada estudante e, ao mesmo tempo, integre-o à coletividade de modo a explorar positivamente todas as características que o discente tem a apresentar e trabalhar da melhor forma para potencializá-la. Algumas formas utilizadas no âmbito desse trabalho encontram-se nos capítulos 2, 3 e 5 – UMA EXPERIÊNCIA COM MINI-CURSO DE ASTRONOMIA; EFICIÊNCIA DE ATIVIDADES PRÁTICO-EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA e APLICAÇÃO DE AMBIENTES NÃO FORMAIS COMO ESTÍMULO AO APRENDIZADO DE FÍSICA.

Desta forma, espera-se que o professor possa estimular o estudante da melhor maneira para que este se sinta motivado a participar do processo de ensino-aprendizagem, o qual esteja baseado numa metodologia que integre as novas informações ao conhecimento prévio do aprendiz e o conduza à aprendizagem que seja realmente significativa e fornecedora de bases sólidas que provoquem o aprendizado contínuo, permanente e prazeroso para todas as partes integrantes da ação educacional.

Conforme fora mencionado, o processo de ensino-aprendizagem não é uma tarefa fácil. Ele exige dedicação, preparo, pesquisa contínua e determinação por parte do

professor na composição do ambiente educacional. Atualmente, a sociedade vive um momento onde a informação é altamente valorizada e velozmente difundida, principalmente devido à avançada tecnologia, oferecendo um intervalo de tempo muito curto para que sejam analisadas e filtradas. Dessa forma, torna-se responsabilidade da escola fornecer os meios para que os estudantes tenham acesso a ela e, sobretudo, possam fazer o seu devido estudo de modo a relacioná-la ao seu ambiente cotidiano e, na medida do possível, integrá-la ao seu conhecimento de forma que seja útil na aplicação em situações de fugam do contorno da aprendizagem inicial.

Portanto, não basta promover a capacitação dos estudantes para futuras habilidades nas especializações tradicionais. Através das interações do sujeito com seu meio, particularmente no espaço escolar, o professor pode estimular o processo de aprendizagem e desenvolvimento cognitivo do estudante de forma mais produtiva e prolongada, além do desenvolvimento de suas capacidades em função de novos conhecimentos. Assim, torna-se necessário o uso de metodologias capazes de priorizar a construção de estratégias de argumentação adequadas à avaliação dos resultados desse processo e desenvolver o espírito crítico apto a favorecer a criatividade, a compreensão dos limites e alcances lógicos das explicações propostas.

Com isso espera-se que o estudante desenvolva a autonomia, o sentimento de segurança em função às suas próprias capacidades e a habilidade de interagir de modo integrado num trabalho em equipe, ampliando sua habilidade de atuar em níveis de interlocução mais complexos e diferenciados. Resumidamente, procura-se um ensino de qualidade que forme cidadãos conscientemente ativos na transformação de sua realidade e não somente integrem o mercado de trabalho, tendo em vista que a aprendizagem se dá de forma dinâmica por meio de um processo de organização interna da estrutura cognitiva através do qual as pessoas podem adquirir uma nova forma de conduta baseada nas informações obtidas e convertidas em conhecimento.

CAPÍTULO II – EXPLORANDO O AMBIENTE ESCOLAR COM APLICAÇÃO DE UM MINICURSO DE ASTRONOMIA

2.1. A importância de um bom ambiente escolar

Tão importante quanto a entrada de estudantes no processo de educação é sua permanência nele. Por isso, o ambiente escolar é de fundamental importância para que haja a melhor interação possível entre os educandos e os componentes da instituição escolar, promovendo o aprendizado significativo.

Segundo Paín (1985) o fator ambiental é especialmente determinante no diagnóstico do problema de aprendizagem uma vez que nos permite compreender sua coincidência com a ideologia e os valores presente em determinada coorte. Ainda destaca que, apesar do fator ambiental incidir mais sobre os problemas escolares do que sobre os problemas de aprendizagem propriamente ditos, esta variável conta muito sobre a possibilidade do sujeito compensar ou não o quadro educacional.

Entre os fatores que influenciam a aprendizagem, três estão diretamente relacionados ao ambiente escolar: o professor, a relação entre os alunos e os métodos de ensino. O autoritarismo e a antipatia fazem com que os estudantes associem a matéria ao professor, provocando reações negativas. Quando o professor se baseia numa relação de autoritarismo e dominação ela acaba sendo correspondida por parte dos estudantes, além de inibir manifestações espontâneas, participação e o surgimento do sentimento de prazer pelo aprendizado. Para que o aprendizado seja efetivo é necessário um ambiente de confiança, respeito e colaboração entre as partes.

Certas qualidades do professor, como paciência, dedicação e atitude democrática são muito valorizadas e facilitam o aprendizado, uma vez que os estudantes se sentem mais próximos da instituição, em especial do professor, e passam a valorizar o ambiente escolar. Além disso, métodos didáticos que possibilitem a participação do estudante na elaboração e no acontecimento da aula, assim como discussão e a troca de ideias com os colegas de trabalho na elaboração pessoal do conhecimento das diversas matérias, contribuem de forma decisiva no processo de ensino-aprendizagem e desenvolvimento da personalidade dos educandos.

Então é preciso que a escola dialogue com seus estudantes para a composição do processo de ensino-aprendizagem numa linguagem que se faça ser entendida e que, segundo Ausubel, leve em consideração o conhecimento trazido pelos estudantes. Quando

acontece o relacionamento do novo conhecimento com o conteúdo já existente haverá o aprendizado significativo necessário para a evolução do processo educacional. No entanto, para que ocorra a associação a conceitos relevantes na estrutura cognitiva é preciso trazê-los para a composição do processo de educação.

Neste trabalho, esta tarefa foi atribuída à construção de uma boa relação docente-discente-escola, conseguida a partir do estreitamento das relações através do Minicurso de conhecimentos básicos em Astronomia. Numa atmosfera mais descontraída, que não exigia o rigor de uma sala de aula, foi possível criar situações onde o diálogo acabou sendo facilitado e depois estendido para a sala de aula.

Esta experiência proporcionou a aplicação de uma metodologia que propunha trazer a comunidade para a escola e participar integralmente na constituição do processo de ensino-aprendizagem de uma forma que fosse significativa e permanente. Para tanto, houve o convite para estudantes, familiares e afins de modo que visitassem a escola em contraturno, ou nos finais de semana, a fim de tratar assuntos de Astronomia, os quais teriam sido abordados superficialmente durante as aulas de Física, Geografia e Ciências, porém sem trabalhar devidamente as dúvidas, conceitos alternativos e concepções incorretas que pudessem ter surgido no período normal de atividades escolares.

Assim sendo, foram estruturadas as atividades descritas a seguir de modo a fornecer as informações indispensáveis e os meios possíveis para que fossem convertidas em aprendizado, tudo isto na tentativa de sanar os problemas citados anteriormente e oferecer uma opção de lazer e cultura para a comunidade próxima à instituição escolar. Dessa forma, tem-se a expectativa de valorização do ambiente escolar, na esperança de que a comunidade passe a ser mais frequente em atividades promovidas pela instituição escolar, além de suscitar nos estudantes a motivação necessária à aprendizagem que traga significado ao seu conhecimento.

2.2. Estrutura e desenvolvimento do Minicurso de Astronomia

O minicurso de Astronomia foi aplicado na E. E. Dr. André Cortez Granero (Polivalente) e no Centro Integrado de Educação Guaxupé (CIEG) durante o biênio 2010/211. Na primeira escola, as reuniões aconteceram aos sábados, à noite, contando com a participação de estudantes do 9º ano ao 3º colegial, funcionários da instituição (inclusive professores) e convidados; com uma presença média de 15 participantes por reunião. Já na segunda instituição, as reuniões aconteceram no contraturno, às quartas-feiras, com a

participação de estudantes do 5º ano convidados nas escolas municipais, com frequência média de 10 estudantes em cada encontro.

Em cada encontro procurou-se fazer o levantamento das concepções prévias e alternativas dos participantes por meio de avaliação escrita e de uma conversa aberta, na qual todos possuísem total liberdade para expressar suas dúvidas, opiniões ou aplicar seu conhecimento, seja ele científico ou não. Com isso, foi possível ter uma ideia geral do nível cognitivo médio dos participantes e aplicar a melhor estratégia de abrangência. Portanto, cada encontro teve um roteiro pré-programado, mas o desenvolvimento do curso foi mais norteado pela participação dos aprendizes.

De modo geral, a metodologia aplicada durante o estudo foi uma síntese da que será detalhada nos capítulos 3 e 4 deste trabalho, explorando recursos de apresentação digital, como imagens, vídeos e simulações; e atividades práticas. A especificidade deste cursinho na comparação com os capítulos citados consiste no fato de que este não fez parte das ações do Plano Político Pedagógico escolar, por contar com detalhes específicos para que pudesse ser realizado, além do planejamento inicial, tais como: interesse e adesão dos participantes, já que seria ministrado em horários alternativos; fatores climáticos e de locomoção dos participantes. A configuração de cada encontro foi formulada de acordo com a tabela 01, descrita abaixo.

Tabela 01: Estrutura de aplicação dos encontros do Minicurso de Astronomia.

ESTRUTURA DE APLICAÇÃO DOS ENCONTROS DO MINICURSO DE ASTRONOMIA (previsão de 1 h para cada módulo)	
Módulos	Tópicos abordados
I: Apresentação do Minicurso de Astronomia	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação do mediador; • Cronograma do minicurso; • Áreas de estudo em Astronomia; • Divulgação de cursos de graduação e pós-graduação; • Divulgação de materiais de pesquisa; • Avaliação de conhecimentos prévios.
II: Estrelas	<ul style="list-style-type: none"> • Origem estelar; • Evolução e importância; • Sistemas planetários; • Constelações; • Fim do ciclo estelar.
III: Observação do Céu Noturno	<ul style="list-style-type: none"> • Orientação pelos astros; • Uso de luneta e identificação a olho nu.

IV: O Planeta Terra	<ul style="list-style-type: none"> • Origem; • Evolução; • Movimentos; • Fatores que levaram à vida na Terra; • Dinâmica interna e da atmosfera.
V: O Homem e o Universo	<ul style="list-style-type: none"> • Origem do homem; • Evolução; • Estudos que levaram à Astronomia e seu desenvolvimento; • Tecnologia Aeroespacial.
VI: Encerramento e entrega dos certificados	<ul style="list-style-type: none"> • Confraternização.

Fonte: Tabela elaborada pelo autor.

A seguir são feitas considerações sobre o desenvolvimento de cada módulo e suas contribuições para a aprendizagem significativa.

2.2.1. Módulo I

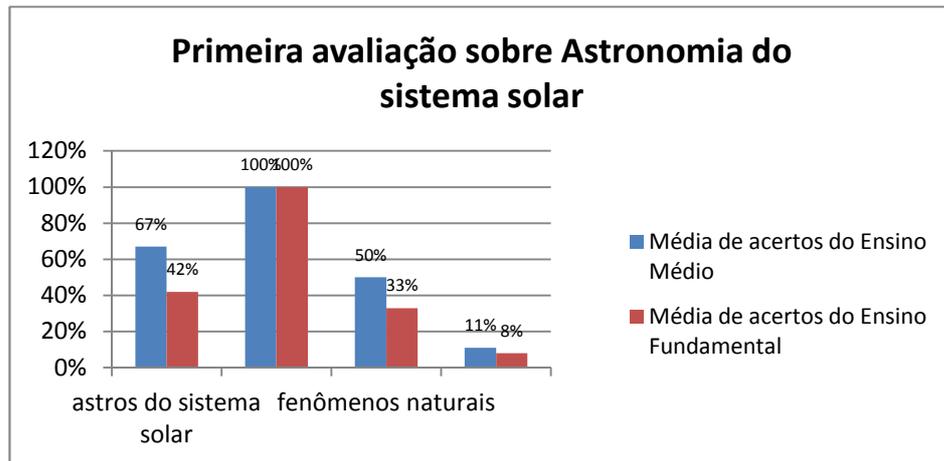
No primeiro contato com os participantes, houve esclarecimentos sobre a diferença entre Astronomia e Astrologia, motivo de confusão entre algumas concepções. Também foram instruídos quanto ao cronograma do minicurso e esclareceram dúvidas sobre a formação de um astrônomo em cursos de graduação e pós-graduação. Este interesse, demonstrado em todos os níveis de escolaridade, evidenciou que os encontros iriam contar com pessoas dedicadas e curiosas quanto ao tema, garantido à atenção necessária para que a proposta metodológica fosse posta em prática.

Outro fato importante a ser considerado foi a presença esporádica, porém valiosa, de alguns pais e convidados dos estudantes, assim como funcionários da instituição, desde professores até os serventes que contribuíram consideravelmente para o desenvolvimento das reuniões ao apresentarem suas curiosidades e concepções prévias sobre o assunto.

Ainda no primeiro encontro, mediram-se conhecimentos prévios dos participantes, contando com 18 estudantes do ensino médio (EM) e 12 do ensino fundamental (EF), por meio de arguição oral e avaliação escrita, cujos modelos encontram-se, respectivamente, nos apêndices A e B. Por meio dela construiu-se o gráfico da figura 01, estimando o percentual de acertos de assuntos básicos de Astronomia, os quais já teriam sido

tratados nas aulas de Ciências, Física e Geografia, segundo o Conteúdo Básico Comum (CBC) destas disciplinas, ou abordados frequentemente pela mídia.

Figura 01: Módulo I – análise do conhecimento 18 estudantes do EM e 12 do EF, em Astronomia básica, verificado por meio do desempenho em avaliação oral e escrita, aplicada na primeira reunião do minicurso.



Fonte: Figura elaborada pelo autor.

A observação da figura 01 permite as seguintes constatações:

- a) Na averiguação sobre os astros do sistema solar foram avaliadas as concepções prévias dos estudantes relativas a características gerais sobre os planetas e astros menores do sistema solar. Na média de 67% de acertos do EM e 42% do EF, verificou-se que alguns participantes apresentaram certo conhecimento sobre os astros do sistema solar limitado a alguns planetas, ao Sol e às luas, principalmente a da Terra e as de Júpiter. A ordem da posição dos planetas ao redor do Sol é parcialmente conhecida, havendo omissões de alguns planetas ou erro na sequência de outros. Apenas os anéis de Saturnos são bem conhecidos e o tamanho dos astros não foi detectado de forma satisfatória entre as respostas apresentadas pelos participantes. Também se registrou o planetóide Plutão como sendo ainda um planeta e confusões quanto Júpiter ou Saturno como maior planeta;
- b) Os movimentos de rotação e translação da Terra são conhecidos por todos participantes, sabendo bem que a rotação está relacionada aos dias e a translação aos anos;
- c) Os fenômenos naturais verificaram o conhecimento dos participantes quanto à formação de fenômenos astronômicos como eclipses, auroras e estações do ano, além de fenômenos terrestres de dinâmica interna e da atmosfera. Na média dos acertos detectados nos

participantes do EM, mais da metade demonstrou bom conhecimento quanto à posição do Sol, Terra e Lua em cada tipo de eclipse, mas com poucos acertos em relação à importância da inclinação do eixo rotacional terrestre para as estações do ano e o campo magnético às auroras. Já entre os participantes do EF houve destaque de uma estudante nos resultados apresentados, mas no geral, os acertos ficaram muito abaixo da média, principalmente quanto à formação das auroras e a influência do eixo inclinado da Terra nas estações do ano;

- d) A composição dos astros levou em conta o conhecimento dos participantes quanto à estrutura predominantemente sólida ou gasosa dos planetas do sistema solar. Entre os resultados analisados, há menção de constituição gasosa, mas raramente aplicada aos planetas de forma correta tanto entre os estudantes do EM, quanto aos do EF. As citações quanto à estrutura gasosa foi verificada apenas na relação com a presença de atmosfera. De posse dos resultados, as reuniões seguintes procuraram elucidar estas questões da forma mais apropriada a cada nível de ensino.

2.2.2. Módulo II

No estudo sobre as estrelas, analisou-se desde sua formação na nuvem nebulosa, passando pela possível formação de um sistema planetário e seu desenvolvimento e culminando na explosão estelar. Para isso, foram utilizados: um vídeo com as informações básicas e uma apresentação em slides com maior detalhamento e com mais calma na exposição de cada informação, oferecendo o tempo necessário para que ela fosse absorvida e gerasse o desconforto cognitivo necessário à reflexão e possível transformação em aprendizado.

Dentre as impressões que mais repercutiram nas discussões, destacam-se:

- Como se deu a confirmação científica das afirmações apresentadas;
- O assombro com o tamanho, número e distância das estrelas existentes;
- A surpresa com a cor esverdeada do Sol apresentada no diagrama HR (Hertzsprung-Russell);
- A magnitude dos fenômenos que acontecem na superfície solar;
- A extinção do Sol;

A tabela 02 traz as observações feitas pelos participantes durante a reunião, identificando qual o nível de estudo responsável por cada questão. Por meio dela podem-se perceber quais informações são mais atraentes a cada grupo escolar.

Tabela 02: Módulo II – observações dos estudantes verificadas durante o módulo sobre estrelas.

Observações feitas pelos participantes durante a apresentação do Módulo II – Estrelas	
Observações	Nível de estudo
Todas as energias usadas na Terra têm origem no Sol.	EM
O Sol é o maior astro do sistema solar.	EF
O Sol é uma estrela.	EF
Há planetas rochosos e gasosos.	EF e EM
Júpiter, Urano e Netuno também possuem anéis.	EF e EM
Júpiter é o maior planeta do sistema solar.	EF
Agora, Mercúrio é o menor planeta do sistema solar.	EF
Nem toda estrela possui planetas.	EM
Existem muitíssimas estrelas.	EF
Com a existência de tantas estrelas, com tantos planetas e luas, a possibilidade de haver vida fora da Terra é muito grande.	EM
Somente Mercúrio e Vênus não têm luas.	EM
Existem estrelas maiores que o Sol	EF e EM

Fonte: Tabela elaborada pelo autor.

Através das constatações apresentadas pelos participantes notou-se que os do EM fazem menção às informações que são inter-relacionáveis e que se concatenam com situações que já foram citadas ou estudadas anteriormente. Já os integrantes do EF guardaram informações que foram fornecidas mais explicitamente e objetivamente e que se relacionam diretamente com grandezas conhecidas de seu cotidiano como forma e volume.

Assim sendo, as discussões ao final das apresentações foram orientadas de modo a explorar estas características.

2.2.3. Módulo III

O Módulo III explorou a visualização do céu noturno a olho nu, identificando astros e constelações com auxílio de um planisfério e verificou-se o conhecimento prévio de

38 participantes, entre EF e EM, sobre posicionamento astronômico e sua aplicação, principalmente para orientação espacial e temporal.

Nesta reunião houve participação mais efetiva dos pais e responsáveis dos estudantes do EF e de convidados e funcionários da instituição do EM. Estes contribuíram consideravelmente com suas dúvidas e concepções prévias sobre a dinâmica do Universo, as quais permitiram compreender melhor quais são realmente certificadas cientificamente e quais são alternativas ou incorretas.

De posse dessas informações, construiu-se a tabela 03 com as concepções que se tornaram o mote das discussões durante a observação.

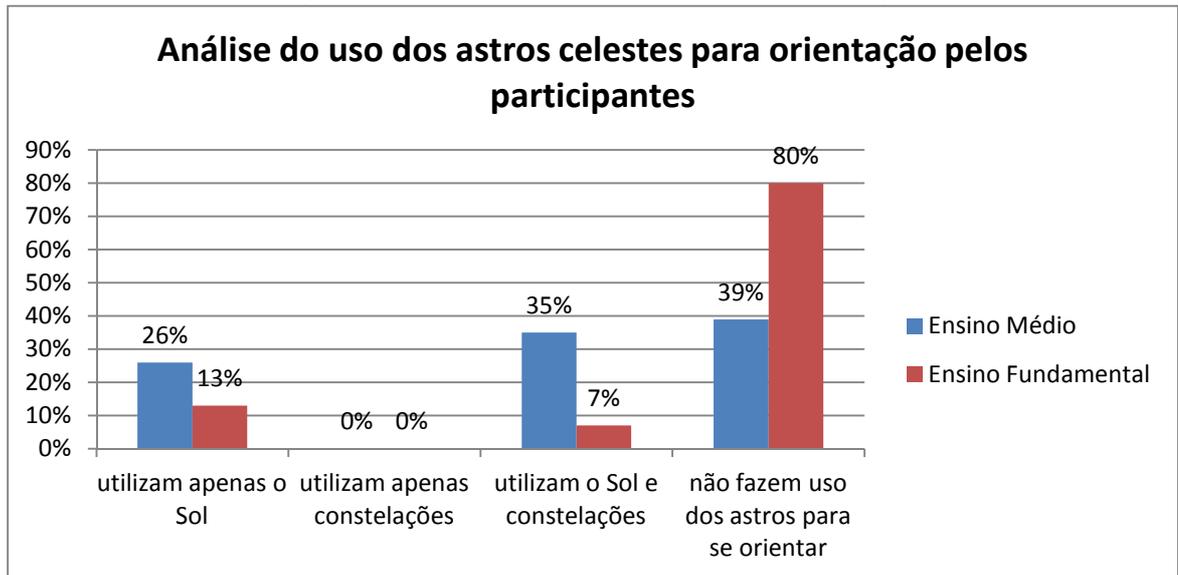
Tabela 03: Módulo III – concepções iniciais e alternativas dos 38 participantes com relação aos astros celestes durante a observação noturna.

Concepções prévias dos participantes sobre astros celestes
Constelações são estrelas próximas umas das outras.
As estrelas são bolas de fogo no espaço.
As estrelas são de cor amarela ou vermelha.
Algumas estrelas mudam de cor, porque piscam.
Alguns planetas também emitem luz.
A lua possui quatro fases: nova, crescente, cheia e minguante.
O céu é azul durante o dia por causa do Sol e preto à noite porque não há Sol.
Estrelas cadentes são pedaços de estrelas.
As estrelas somem durante o dia e só aparecem à noite.
Num dia de chuva, não há estrelas.
O Sol nasce no ponto leste e se põe no ponto oeste.

Fonte: Tabela elaborada pelo autor.

Quanto à aplicação do conhecimento astronômico para posicionamento temporal e espacial, pouquíssimos alegaram utilizar os astros para tal fim e a figura 02 traz dados que permitem perceber que menos ainda podem se localizar por meio deles tanto durante o dia, quanto à noite.

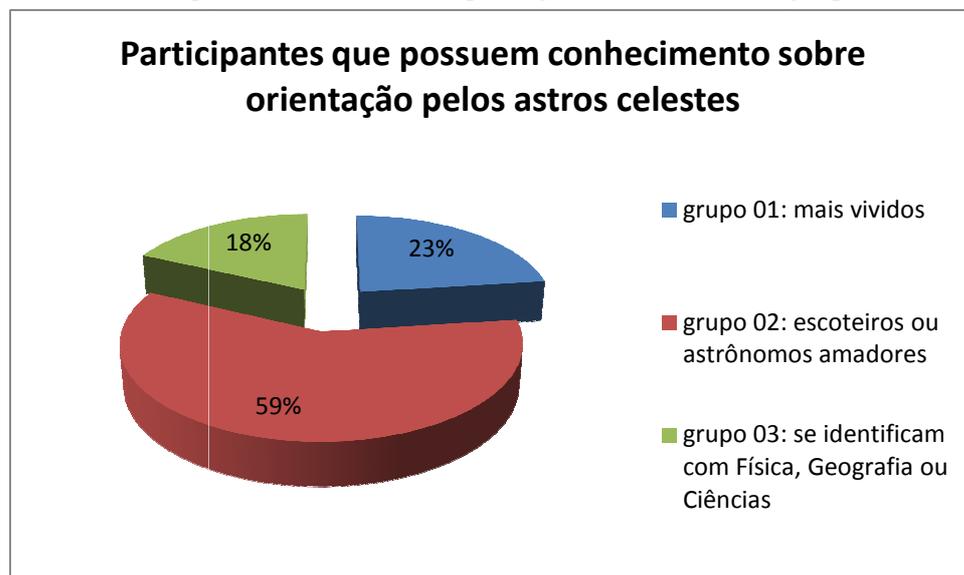
Figura 02: Módulo III – aplicação dos astros para orientação durante o dia e à noite pelos participantes antes de realizada a observação do céu.



Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Os 17 participantes que demonstraram conhecimento sobre orientação astronômica se encontram entre os mais maduros; os integrantes de grupos como escoteiros ou astrônomos amadores e os que possuem afinidades com as disciplinas de Física, Geografia ou Ciências, conforme indicado na figura 03.

Figura 03: Módulo III – percentual de estudantes que alegaram conhecer orientação pelos astros celestes.



Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Dentre os participantes da figura 03, apenas o grupo 02 e uma integrante do grupo 03 fazem uso do Sol e das constelações para se orientar, sendo esta orientação é somente espacial, não temporal.

Assim sendo, o estudo buscou aliar o conhecimento trazido pelos participantes e as informações sobre os astros de forma a facilitar sua conversão em aprendizado, o qual fora medido nas discussões ao final da reunião e na avaliação ao final do curso. Na composição deste aprendizado, é interessante salientar alguns comentários ocorridos durante a mediação do conhecimento como:

- Algumas serventes escolares participantes neste módulo não só desconheciam que as estrelas são compostas por plasma (traduzidos como fogo para facilitar a transmissão da informação) como se surpreenderam com este fato;
- Também houve grande admiração em saber que o Sol nasce do lado leste e se põe no lado oeste e não exatamente nos pontos leste e oeste, pelo menos, não o ano todo;

Por fim, procurou-se reestruturar as concepções incorretas apresentadas na tabela 03 e dirigir a aplicação do aprendizado, como em florestas, desertos e lugares afastados da civilização; uma vez que os próprios aprendizes argumentaram sentir pouca necessidade em se orientar pelos astros frente à alta tecnologia à disposição.

2.2.4. Módulo IV

O planeta Terra foi o tema do Módulo IV, onde se estudou desde os primórdios de sua formação, seguindo pela sua evolução até os dias atuais. Os tópicos mais abordados durante a reunião foram:

- A importância do Sol para a vida na Terra;
- Sistemas Geocêntrico e Heliocêntrico;
- Movimentos da Terra;
- Movimentos da Lua e sua importância;
- Fenômenos naturais;
- Dinâmica interna e da atmosfera;

Após algumas reuniões, os participantes se mostraram mais desprendidos e passaram a participar mais com suas dúvidas e opiniões, principalmente os estudantes mais velhos. Mesmo após tratar cientificamente da origem planetária do sistema solar a partir de

nossa estrela no Módulo II, ainda houve em alguns participantes, um sentimento teológico quanto à formação da Terra, traduzidos em perguntas como:

E1: “Onde se encaixa o que está na Bíblia?”.

E2: “A ciência não acredita em Deus?”.

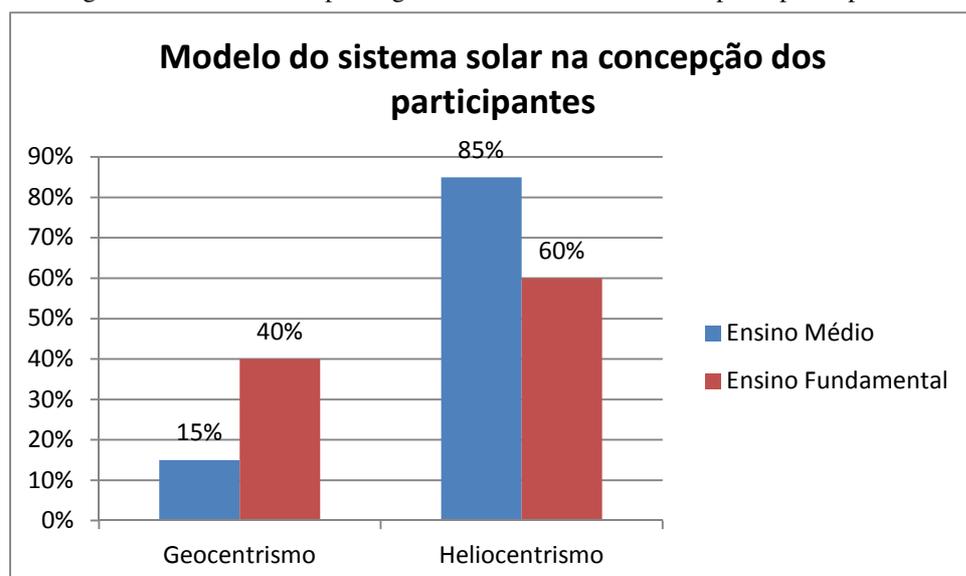
No entanto, percebeu-se um nível mais ponderado em algumas dúvidas, abordando tópicos ainda não bem definidos cientificamente, os quais abrem brechas para aplicação teológica. Dessas questões destacaram-se:

- O que havia no lugar do Universo antes dele existir?
- Por que aconteceu o *Big-Bang*?
- Como o Universo irá acabar?
- Quando o Universo acabar, o que vai acontecer?

Dessa forma, julgou-se que o nível crítico dos participantes se tornou mais refinado conforme a evolução do curso. Da apresentação evolutiva da Terra, percebeu-se que as crianças do EF se interessaram mais pela explicação mitológica, concentrando suas perguntas e argumentos nos momentos em que ela esteve presente. Já a atenção dos adolescentes e adultos do EM esteve voltada para a elucidação dos fenômenos naturais.

Na análise dos modelos do sistema solar, verificou-se que a esmagadora maioria dos participantes do minicurso acredita no Heliocentrismo, conforme mostrado figura 04.

Figura 04: Módulo IV – paradigmas do sistema solar aceitos pelos participantes.

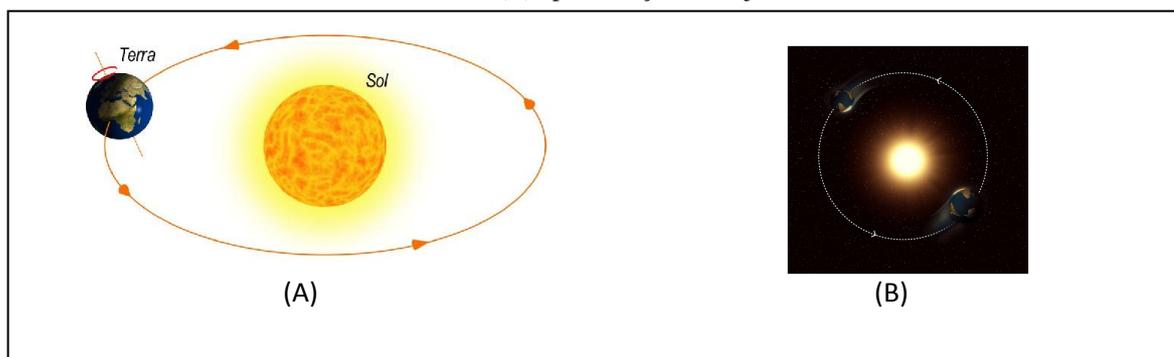


Fonte: Figura elaborada pelo autor.

No entanto, não se registrou entre os participantes argumentos para respaldar o Heliocentrismo. Entre as constatações apresentadas, todas foram ao encontro do Geocentrismo, como o movimento aparente do Sol, o fato de não percebermos o movimento da Terra e algumas passagens bíblicas. Dessa forma, constatou-se que muito do que é acreditado pela população em geral advém apenas do fato de que a maioria lhe apregoa crédito, sem uma explicação satisfatória para tal validação. Um exemplo bem claro é a crença no Heliocentrismo.

No estudo dos movimentos da Terra, 100% dos participantes concordam que ela descreve uma elipse ao redor do Sol, cuja excentricidade é bastante notável conforme a figura 05 (A), e não conforme é realmente, como na ilustrado na figura 05 (B).

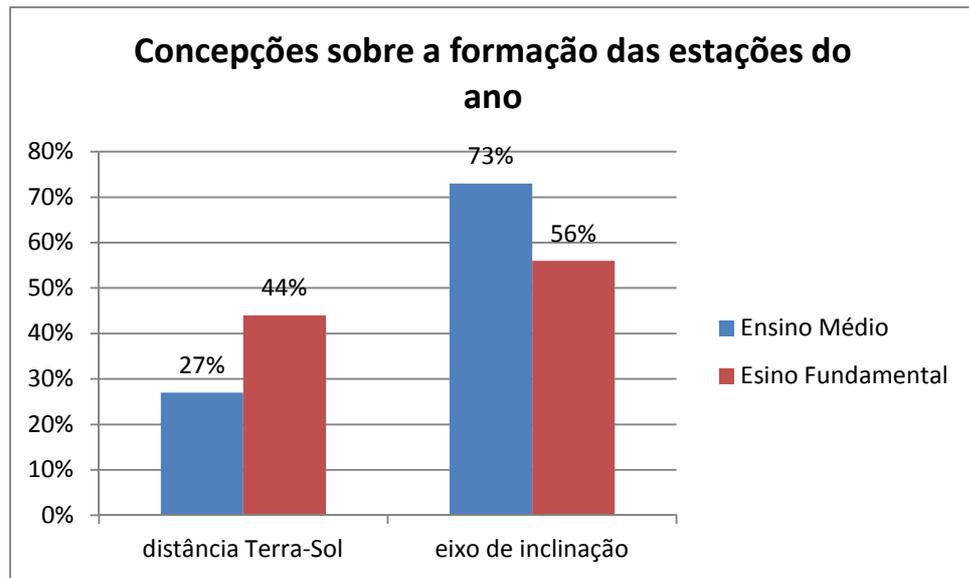
Figura 05: Módulo IV – representação da trajetória de translação da Terra ao redor do Sol: (A) concepção dos estudantes e (B) aproximação da trajetória real.



Fonte: <http://nautilus.fis.uc.pt/astro/hu/movi/corpo.html> – em fevereiro de 2010.

Esta concepção pode ser compreendida uma vez que os próprios professores do EM presentes neste módulo desconheciam a realidade da trajetória terrestre e em nenhum dos livros didáticos em uso ou à disposição na biblioteca das instituições escolares, há alusão ao exagero na representação elíptica da translação planetária. Quanto às estações do ano, a figura 06 ilustra o conhecimento dos estudantes quanto aos motivos que levam à sua formação.

Figura 06: Módulo IV – conhecimento dos participantes quanto à formação das estações do ano.



Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Neste caso, tanto os participantes do EF quanto os do EM necessitaram de uma atividade prática para entender completamente a influência do eixo inclinado de rotação da Terra na formação das estações do ano. Com um globo terrestre e a luz do projetor *data-show* foi possível exemplificar por que os hemisférios têm estações diferentes sendo que estão voltados ao mesmo tempo para o Sol.

Mais um caso interessante foi na análise da figura 07.

Figura 07: Módulo IV – imagem usada no estudo do movimento da Lua ao redor da Terra.



Fonte: <http://www.astrobrasil.com.br/site/imagens/terra-e-lua/> – em março de 2010.

De acordo com as posições dos astros, os participantes foram indagados sobre a possibilidade de um eclipse. Isto introduziu o assunto sobre o que leva aos eclipses solar e lunar, analisando as eclípticas e o posicionamento dos astros em cada caso, ainda com o auxílio do globo terrestre e o aparelho *data-show* bem como o movimento rotacional da Lua, questionado pelos participantes se este ocorreria ou não. No mesmo exemplo prático, verificou-se que como a Lua sempre mostra a mesma face para a Terra, o satélite possui, necessariamente, um movimento de rotação sincronizado com nosso planeta.

Finalizando, a reunião abordou os fenômenos naturais relacionados à dinâmica interna e na atmosfera terrestre. A tabela 04 apresenta as concepções iniciais dos participantes quanto a esse assunto, identificando quais são relacionadas ao ensino fundamental e quais se originaram no ensino médio.

Tabela 04: Módulo IV – conhecimento apresentado pelos participantes sobre os fenômenos internos e da atmosfera terrestre.

Concepções iniciais dos participantes quanto à dinâmica interna e atmosférica da Terra	
Concepções	Nível de Ensino
O vento é causado pelo movimento da Terra.	EF e EM
O que vem do espaço é um meteoro.	EF e EM
O núcleo da Terra é uma bola de fogo.	EM
Furacão, tornado e ciclones são usados como sinônimos.	EF e EM
Os vulcões são ruins.	EF
O efeito estufa é ruim.	EF e EM
A atmosfera nos mantém presos à superfície.	EF e EM

Fonte: Tabela elaborada pelo autor.

Com base nos conceitos da tabela 04, a discussão derradeira debateu da importância dos vulcões e da atmosfera para a origem e manutenção da vida, como também a da Lua na proteção da Terra contra corpos celestes capturados pela gravidade. Em se tratando da gravidade, lembrou-se que a sustentação dos corpos sobre a superfície se deve a ela, assim como também mantém a própria atmosfera. Na comparação com planetas que não a possuem, estudou-se como a variação da temperatura inviabiliza a existência de vida.

Assim, evidenciaram-se os fatores que levaram à existência da vida como a conhecemos, além de elucidar conceitos e explicar a Ciência por traz de fenômenos como furacões, tornados, meteoros, meteoroides, meteoritos, vento solar, vulcões e efeito estufa.

2.2.5. Módulo V

O último módulo teórico do Minicurso trabalhou a importância dos astrônomos desde a Antiguidade até a conquista do espaço. As contribuições de Tales, Aristóteles, Ptolomeu, Aristarco, Erastóstenes, Copérnico, Galileu, Newton, Brahe e Kepler foram analisadas e comparadas com os resultados obtidos por Einstein e Hubble.

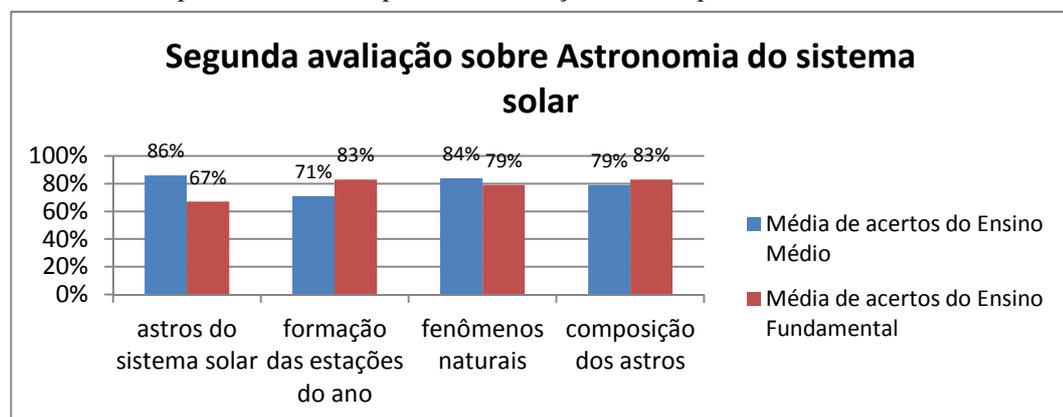
Especificamente neste módulo houve uma estrutura mais diferenciada para os participantes do EF em relação ao EM, devido à matematização de certas teorias. Mesmo assim, registrou-se entre os estudantes a surpresa quanto às descobertas realizadas apenas com a observação a olho nu ou com instrumentos rústicos de medição e observação, como:

- A determinação do perímetro da Terra feito por Erastóstenes;
- A descoberta realizada por Kepler de órbitas elípticas tão pouco excêntricas;
- As observações de Galileu com instrumentos tão precários.

Com relação a essas observações, podemos notar que pouco é trabalhado da História da Ciência no ensino básico e falta orientação de muitas disciplinas quanto à aplicação ou evolução cronológica da informação fornecida, o que pode levar o estudante a tratar o conhecimento como algo instantâneo ou imutável.

Finalizando o Módulo V, foi aplicada a segunda avaliação do minicurso, cujo modelo encontra-se no apêndice C, com a finalidade de verificar a eficiência do método de ensino e ponderar sobre o nível de aprendizado de 14 participantes do EM e 12 do EF. Os resultados dessa avaliação estão representados na figura 08.

Figura 08: Módulo V – análise do conhecimento de 14 estudantes do EM e 12 do EF, em Astronomia básica, verificado por meio do desempenho em avaliação escrita, aplicada ao final do módulo V.



Fonte: Figura elaborada pelo autor.

A ordem de posicionamento dos planetas, a existência de luas e anéis, além da relação entre os tamanhos dos planetas corresponderam ao que fora informado com assimilação do conteúdo, indicando um aumento de acertos médio de 4% para o EM e 21% para o EF.

A formação das estações do ano levando em conta o movimento de translação e o eixo inclinado da Terra foi registrado em 71% das avaliações dos participantes do EM e em 83% do EF. Dessa forma, considera-se que a informação ministrada e o método utilizado foram bem marcantes para o aprendizado dos participantes, principalmente para o EF.

Tanto os estudantes do EM quanto os do EF demonstraram considerável aprendizado quanto aos fenômenos naturais sendo capazes de fazer a projeção dos eclipses lunar e solar de avaliar a importância do efeito estufa, assim como os fenômenos atmosféricos e a dinâmica interna terrestre. Além disso, foram capazes de identificar as causas e consequências do vento solar na atmosfera.

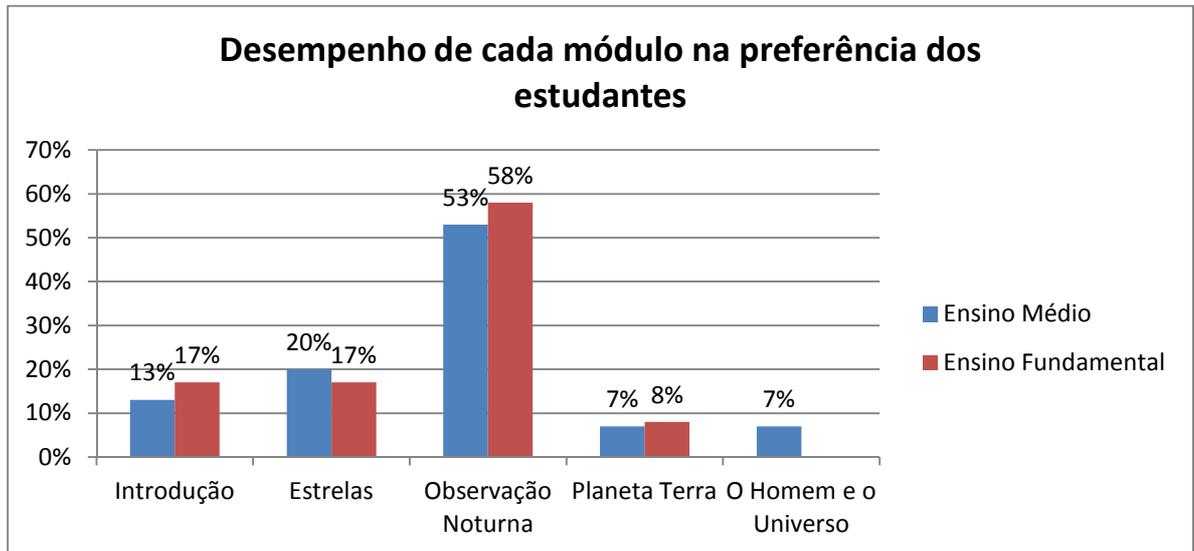
No que se refere à composição, registrou-se bom conhecimento quanto à estrutura gasosa e sólida dos planetas, bem como a correta identificação destes na maioria dos casos avaliados.

Na comparação entre as concepções prévias e o conteúdo avaliado após o minicurso podemos notar uma apreciável evolução no que foi apresentado por último, tanto em ponderação escrita quanto nas constatações orais, obtidas durante as discussões e nas repercussões em sala de aula. No paralelo entre os estudantes do EF e o EM, observou-se que parte do bom resultado final dos primeiros deveu-se à informação prestada, fornecendo conteúdo que era desconhecido por eles até então. Já os participantes do EM responderam bem à associação das informações obtidas com situações típicas do cotidiano.

2.2.6 Módulo VI

O Módulo VI encerrou o minicurso com uma passagem geral sobre os assuntos tratados e entrega de certificados de participação aos estudantes. Numa rápida avaliação oral, verificou-se qual dos módulos os estudantes mais gostaram e qual não foi tão interessante. A figura 09 traz o desempenho de cada módulo de acordo com a preferência dos participantes.

Figura 09: Módulo VI – Avaliação de cada módulo segundo o interesse de 15 participantes do EM e 12 do EF, realizada no final do módulo VI.



Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Segundo os participantes, o módulo III – Observação Noturna – foi o melhor por tratar do aspecto prático do curso ao identificar, mesmo que a olho nu, algumas estrelas e constelações, além de trabalhar a orientação pelos astros celestes. Já o módulo V – O Homem e o Universo – não recebeu críticas que o desqualificasse, apenas não teve a preferência da maioria, principalmente entre os estudantes do EF.

2.3. Considerações sobre a aplicação do Minicurso de Astronomia

O propósito principal do Minicurso de Astronomia foi oferecer à comunidade a oportunidade de frequentar o espaço escolar num momento em que, normalmente, faz parte de seu período de lazer com a possibilidade de constituir conhecimento sobre uma Ciência pouco trabalhada no ciclo regular de ensino, mas que desperta a curiosidade e o interesse dos estudantes.

Dessa forma, buscou-se proporcionar o estímulo necessário para que a comunidade tanto em ritmo escolar, quanto a que se encontra fora dele, procure a escola para satisfazer suas necessidades desde o nível intelectual até a prática da diversão. Com isso, procurou-se alcançar um grau de relacionamento mais íntimo entre a instituição e a comunidade que levasse ao resgate dos valores da primeira e, como consequência, facilitasse o aprendizado e a evolução cultural da segunda.

Como resultado, houve a possibilidade de estudar mais sobre os astros celestes de forma interativa, explorando o conhecimento prévio e as concepções alternativas dos participantes. A partir dessas informações estabeleceu-se um dialogo aberto entre professor e estudante ao relacionar o conhecimento científico com a realidade mais próxima ao cotidiano da comunidade.

A oportunidade de trabalhar conteúdos de Física Moderna como processos de fissão e fusão nucleares, assim como a limitação do transporte de massa e de informações entre grandes distâncias devido à velocidade da luz, foi bem aproveitada na discussão de casos de identificação e contato com vida extraterrestre. Outro ponto a se considerar foi a determinação da origem da principal fonte de energia da Terra e responder cientificamente como será o fim de nosso planeta.

Considera-se também como um resultado positivo do Minicurso a desinibição dos estudantes em participar do processo de ensino-aprendizagem no decorrer das reuniões, fato estendido e observado em sala de aula, desenvolvendo uma consciência crítica e questionadora pouco registrada antes da aplicação desse estímulo.

Por fim, foi importante verificar que: a participação média dos estudantes se manteve praticamente constante durante todo o período do Minicurso e que os tópicos abordados serviram de incentivo para a pesquisa, por iniciativa de alguns dos próprios estudantes. Percebeu-se que houve satisfação entre a maioria em participar do Minicurso, demonstrando interesse em integrar futuros eventos que aprofunde o assunto de Astronomia ou que contemple outras Ciências num molde semelhante ao que fora utilizado.

A consequência final desse empreendimento, em virtude dos resultados obtidos, foi a criação de um programa anual, com as mesmas características apresentadas neste capítulo, localizado na E. E. Dr. André Cortez Granero, que verse sobre Astronomia para principiantes e afins. Além disso, um módulo itinerante que contemple estudantes do 5º ano das escolas municipais de Guaxupé, com a expectativa de visitar a todas no período de um ano. Com isso, acredita-se que a proposta central apresentada no início deste capítulo foi completamente aplicada e alcançou os resultados esperados.

CAPÍTULO III – USO DE TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO E OBJETOS DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE FÍSICA

3.1. Conceitualizações sobre Tecnologia da Informação e Comunicação e Objetos de Aprendizagem

Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) designa uma série de técnicas inovadoras no campo audiovisual, na informática e nas telecomunicações para o armazenamento, tratamento e obtenção de informações a partir da inter-relação com o computador e as tecnologias voltadas, principalmente, para a comunicação. A utilização desse conceito no âmbito educacional exige não apenas a instalação de redes e equipamentos, mas também se torna necessário refletir sobre o uso dessa tecnologia pela escola para a melhoria da aprendizagem e do desenvolvimento da educação.

Dessa forma, para que o uso das TICs na escola seja realmente eficaz é preciso planejamento e definição dos objetivos a ser alcançados, de modo que não sirvam apenas como treinamento para o estudante. Também se considera muito importante o conhecimento acerca dos conteúdos abordados, do funcionamento e da aplicação da tecnologia para que o processo de ensino-aprendizagem seja direcionado e investigativo. Assim, as TICs configuram um importante recurso além do giz e quadro capaz de desenvolver não somente o raciocínio lógico, mas também formulação de perguntas, a realização de experiências e observações, a coleta e análise de dados, o pensamento crítico, a formulação de conclusões, a avaliação de respostas alternativas e relacionamento dos dados obtidos.

No que concerne à definição de um Objeto de Aprendizagem (OA), embora exista muita discussão sobre o que o constitui de modo geral, trata-se de um recurso digital, ou não digital que pode ser utilizado, reutilizado ou identificado como parte de uma grande tecnologia de aprendizagem (BUTSONS, 2003; *INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONIC ENGINEERS*, 2000). Dentro da perspectiva desse trabalho, a concepção de objetos de aprendizagem reside num recurso tecnológico que surgiu para organizar e estruturar materiais educacionais digitais, sendo uma tecnologia capaz de modificar algumas realidades e padrões, especialmente no que se refere ao modo como se aprende e se ensina (TAROUCO, 2006).

No campo educacional observa-se uma grande procura por inovações nas estratégias utilizadas no processo de ensino-aprendizado, as quais podem ser refletidas na aplicação dos OAs a fim de enriquecer e potencializar a ação educativa. Portanto, fica

claramente exposto, que as competências intrínsecas à posição de professor na atualidade precisam atender a novas habilidades que permitam utilizar novos recursos cognitivos baseados nas TICs e nos OAs.

Sob essa óptica,

A formação do professor para atuar nesse novo contexto tem sido facilitada pela emergência de *software* que permite a criação de material educacional digital sem que o próprio professor seja um programador, usando estruturas e procedimentos já programados, reunindo-os, agregando conteúdo e forma de tratamento aos dados que dependem de sua estratégia pedagógica. O fato de não precisar ser um programador ou um analista de sistemas não significa que se possa prescindir de uma cultura informática básica e de uma capacitação para o uso destas ferramentas. Ressalte-se que a facilidade no manejo das diversas ferramentas de *software*, aliada à experiência do docente autor enseja condições para que o resultado atenda mais especificamente os objetivos e expectativas do professor em termos de uso da TIC como ferramenta de apoio ao processo de ensino aprendizagem por ele delineado. (TAROUCO, 2006, p. 04)

Mesmo havendo a empolgação atual acerca da aplicação dos objetos de aprendizagem, é importante frisar que esta prática não é recente e se propagou no presente momento devido à introdução das TICs no sistema de ensino, especialmente o computador, com a proposta de desenvolver materiais e conteúdo nesta nova mídia e potencializar o relacionamento e interatividade entre os estudantes e o processo educacional, permitindo integração e compartilhamento expressivo dos OAs. Assim sendo, verifica-se um grande esforço em estruturar e distribuir objetos de aprendizagem, mas ressalta-se a preocupação de que essa tecnologia acompanhe a evolução das teorias metodológicas educacionais, que priorizam a aprendizagem ativa, significativa e contextualizada (JONASSEN, 1999).

Por fim, mais um importante conceito sobre a estruturação e aplicação das TICs e OAs está relacionado ao aspecto da reutilização, devido ao fator da individualidade apresentada por cada tecnologia de ensino, pois tem sua característica interativa com o estudante segmentada do conteúdo teórico explicativo. Dessa forma, uma tecnologia pode ser aplicada sob argumentos distintos e em ambientes virtuais de aprendizagem diversificados. Isso pode ser confirmado pelo uso das TICs em diferentes cenários de aprendizagem sob diversos contextos e por meio dos repositórios que armazenam os OAs de forma coerente,

permitindo serem localizados por meio de temas, grau de problematização, autor ou relacionamento com outros OAs.

Tudo isso leva a novas preocupações na elaboração e execução do processo de ensino-aprendizagem como: intimidade com a tecnologia em uso, confiabilidade nas informações obtidas em ambientes virtuais, informações em língua estrangeira, entre outros. No entanto, este recurso é muito válido na estimulação do aprendizado, principalmente distante da presença física do professor, e que faz parte do mundo contemporâneo. A maioria dos estudantes está plenamente versada nesse tipo de tecnologia e faz uso constante dela, mas, mesmo assim, são raras as vezes quando obtém realmente a aprendizagem significativa sem o intermédio de um facilitador dessa aprendizagem. Assim, ou o sistema educacional se adapta à nova realidade ou ficará cada vez mais à margem da modernidade e longe cumprir sua função junto à sociedade.

3.2. Contextualização da tecnologia voltada para a educação

Inegavelmente, a instituição escolar vem tentando se adaptar à evolução tecnológica buscando incorporá-la com base no que tem a oferecer para incrementar e aperfeiçoar o setor. Assim sendo, são projetadas novas estratégias de educação que promovam a aprendizagem e autocapacitação. Entre estas táticas está o uso das TICs e OAs. No entanto, é comum observarmos que mesmo com a introdução da tecnologia educacional, houve pouca mudança na realidade do processo de ensino-aprendizagem. Isto se deve, de modo geral, à manutenção da metodologia e das propostas curriculares tradicionais, que impedem a complementação e sua funcionalidade (KENSKI, 2008). Para que se explore toda a gama de possibilidades oferecidas pelas TICs e OAs é necessária a inovação das perspectivas metodológicas educacionais e a reflexão sobre o processo de ensino-aprendizagem por completo, na busca da conscientização crítica e transformadora.

Assim, a evolução destas tecnologias voltadas à educação está profundamente relacionada aos progressos obtidos nos meios de comunicação, na psicologia da aprendizagem e nas técnicas que permitem cada vez maior acessibilidade e interatividade aos seus usuários. Com isso, a **tecnologia da educação** deixa de ser meramente mecânica, onde se explora apenas a repetição, para se tornar mais exigente no que tange à análise crítica de uma situação ou fenômeno. Então, o professor assume um novo papel como facilitador para que o estudante possa construir seu conhecimento apoiado no seu conteúdo prévio, o qual seja pertinente ao estudo em pauta e por isso, torne-se constante e significativo.

Nesse contexto, segundo Petitto (2003), a tecnologia da educação, especialmente o computador, é uma importante ferramenta de aprendizagem na evolução do conhecimento do estudante, contanto que esteja inserida num ambiente que permita acontecer a aprendizagem colaborativa entre professor e estudante, de modo ativo e facilitada ao levar o aprendiz a construir seu novo conhecimento através da assimilação das novas informações e transformando-as de maneira organizada.

3.3. Uso das tecnologias da educação no ensino de Física

Particularmente no ensino de Física, a grande aversão demonstrada por um número considerável de estudantes está, pelo menos em parte, relacionada à carência de opções voltadas ao processo de ensino-aprendizado. O estilo tradicional de ensino acaba priorizando a educação decorativa ou assegurada por frases mnemônicas que introduzem dados a equações algébricas, as quais oferecem pouco significado à realidade dos estudantes e servem apenas à resolução de um problema proposto, o qual exige uma interpretação e abstração que não se encontram ou não se relacionam com as concepções prévias dos aprendizes.

Por meio das TIC e OA, torna-se possível fazer uma relação cadenciada entre as concepções iniciais, sejam elas alternativas ou não, de modo mais interessante e atrativo, que estimule os estudantes para que se sintam motivados a buscar o aprendizado significativo. A possibilidade de apresentar conceitos cada vez mais concretos e pautados nos paradigmas reconhecidos e adotados pela Ciência vigente facilita e agiliza o processo de formulação dos *subsunçores* primários, citados no capítulo I, necessários ao desenvolvimento cognitivo dos estudantes ao evitar as concepções alternativas equivocadas que possam enraizar na mente do aprendiz. O uso dessa tecnologia também permite a reprodução de um fenômeno e o estudo analítico do desenvolvimento de suas fases, bem como elaborar conjecturas acerca de suas causas e consequências.

Assim sendo, o estudante pode formular matematicamente o que foi notado com a opção de repetir a observação suficientemente até que seja capaz de fazer a relação das informações obtidas com seu conhecimento prévio. Desse modo, a origem teórica, as previsões e os limites de validação podem ser explorados de uma maneira que agregue significado lógico ao conteúdo abordado. Dentre as opções disponíveis para que se alcancem tais objetivos estão o uso do computador, de imagens, vídeos e simuladores virtuais, sendo todos sempre amparados pela Internet. No caso do computador leva-se em conta sua

característica de englobar a maior parte das TIC de forma compacta e de fácil acesso, enquanto que a aplicação dos objetos de aprendizagem citados permite a apresentação de tópicos que se mostrem complexos para estudantes, que não possuem uma percepção aguçada ou uma capacidade de abstração sofisticada, além de ser mais um estímulo a quem já demonstra algum interesse no estudo de Física.

3.4. Uma experiência de aplicação no ensino de Física

Com base nas possibilidades de aprendizagem significativa oferecidas pela tecnologia da educação, foram utilizados o computador e os objetos de aprendizagem no processo de ensino-aprendizado de Física no nono ano do ensino fundamental e nas três séries do ensino médio, contemplando os tópicos de Termologia, Óptica e Eletricidade, e sempre que possíveis também Tópicos de Física Moderna, relacionados aos temas anteriores. A razão da escolha desses tópicos deve-se ao fato de serem trabalhadas concomitantemente em todas as séries, onde são introdutórias no 9º ano e 1º colegial, e aprofundadas nas seguintes, permitindo a constante análise de sua eficácia em diversos ambientes.

Assim, buscou-se edificar conceitos, trabalhar as concepções alternativas e facilitar a associação entre as novas informações e o conhecimento prévio do estudante de forma a transformá-las em aprendizado. Esses recursos foram utilizados como organizadores prévios de modo a orientar o estudo com bases em concepções estruturadas no paradigma científico atual, considerados de extrema importância na evolução do processo de aprendizagem dentro dos tópicos citados, a tomar como exemplos: o modelo atômico, a definição de temperatura e calor e as propriedades ondulatórias.

A expectativa foi de que os estudantes se tornassem capazes de fazer o relacionamento do novo conhecimento com o conteúdo cognitivo já presente, o qual fora moldado para permitir esta relação de forma inequívoca e eficaz. Além disso, priorizou-se a interatividade dos estudantes, seja em aulas demonstrativas ou em atividades nos *softwares*, facilitando o diálogo estudante-professor e estudante-estudante na troca de informações e percepções, até a consolidação do conhecimento.

3.4.1. Metodologia

Tendo a consciência de que a mera introdução da tecnologia no procedimento educacional fundamentada nos moldes tradicionais não é sinônima de sucesso, torna-se

necessário adotar uma metodologia que explore realmente as características desses recursos que conduza à aprendizagem significativa. Então, há a exigência de que o ambiente educacional seja facilmente interpretado e usado naturalmente, fazendo com que simplifique a interação entre os sujeitos e objetos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem.

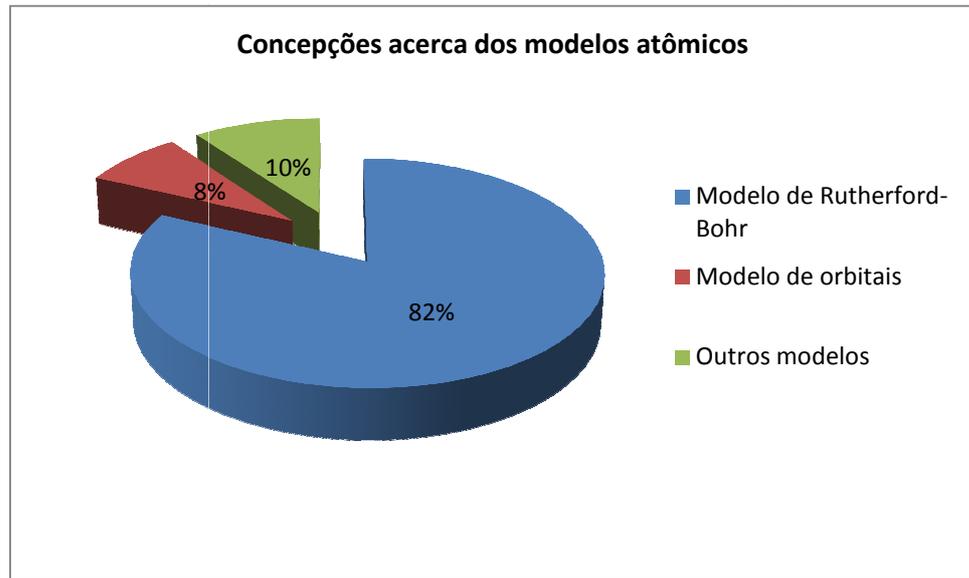
Deste modo demandou-se significativo estudo para adaptar a tecnologia ao modelo padrão de educação a fim de melhor explorar suas potencialidades na apresentação de imagens e vídeos e no uso de simuladores virtuais, simultaneamente à utilização do quadro negro e de exercícios propostos. A seguir, há uma demonstração da metodologia utilizada com cada recurso, bem como os resultados obtidos em cada caso.

3.4.2. Projeção de imagens digitais

A projeção de imagens digitais usando o *data-show* procurou oferecer um exemplo mais concreto, como também estimular a interpretação e o diálogo propondo dinamismo à aula com a participação efetiva dos estudantes. Por meio destes recursos fez-se o levantamento do conhecimento prévio dos estudantes e posterior confronto com conceito acadêmico. Nesse sentido, fizeram-se algumas observações interessantes dentro dos temas citados anteriormente:

- A concepção alternativa do esboço de uma onda antes da apresentação da projeção é, pelo menos a princípio, apenas senoidal. Tanto os estudantes do nono ano, quanto do colegial não apresentaram qualquer sugestão momentânea da representação de uma onda que não fosse semelhante à imagem de uma onda numa corda. Dessa forma, considera-se que seria de grande dificuldade para os estudantes prescindir acerca do que seriam ondas uni, bi e tridimensionais, assim como classificá-las em longitudinais e transversais, sem terem antes o contato com as imagens projetadas e analisadas com o professor;
- O conceito de átomo está presente entre os estudantes; no entanto, muito poucos conhecem o modelo de orbitais. Numa pesquisa realizada durante a apresentação das imagens no processo evolutivo do modelo atômico feita com 12 estudantes do nono ano e 220 do ensino médio pôde-se perceber que a grande maioria acredita que o modelo de Rutherford-Bohr é o real, conforme apresentado na figura 10.

Figura 10: Concepção prévia de 232 estudantes do ensino fundamental e médio em relação ao modelo atômico real.

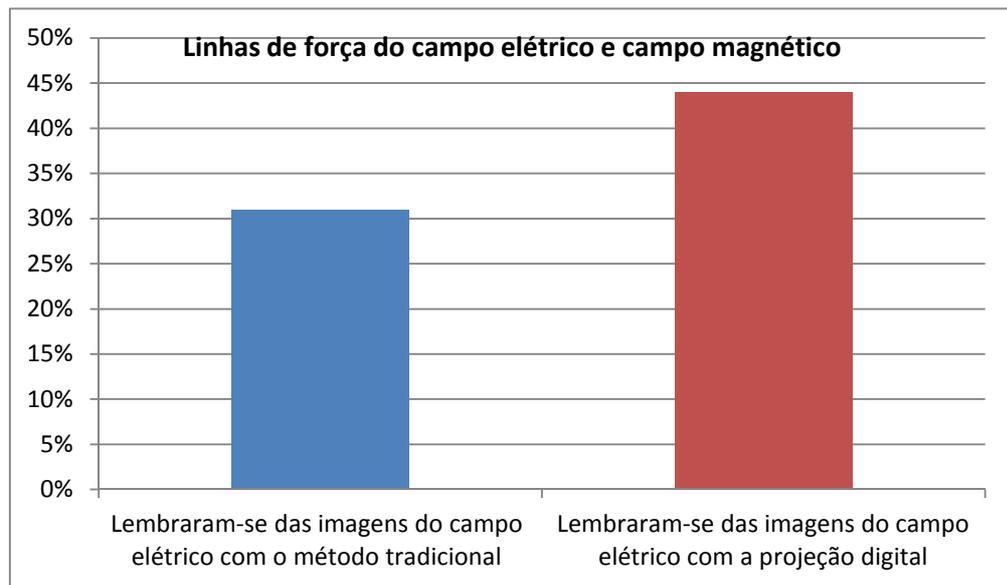


Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Dessa forma, podemos ponderar que ao ser apresentado o modelo de Rutherford-Bohr ao final do estudo de modelos atômicos: ou se omite a existência do modelo estatístico, considerando o de Rutherford-Bohr como definitivo, ou não é mencionado que ainda há falhas que inviabilizam este modelo, necessitando de um novo paradigma que, no caso, levaria ao modelo estatístico. De qualquer forma, a apresentação das imagens pode permitir a análise gradativa dos paradigmas atômicos elencando os motivos de cada refutação, além romper com o aspecto definitivo e instantâneo da evolução científica.

A figura 11 traz a análise do relacionamento entre o conhecimento prévio e a nova informação apresentada a duas salas noturnas de 3º colegial, num total de 102 estudantes, ao serem questionados sobre linhas de força do campo elétrico em comparação com as linhas do campo magnético, sendo que numa das salas fez-se o estudo do tema utilizando apenas o material didático tradicional disponível, enquanto que na segunda utilizou-se a projeção para a demonstração de ambos os modelos. A intenção nesse caso foi verificar a eficácia do ensino pautado apenas no método tradicional em comparação com o método de projeção digital.

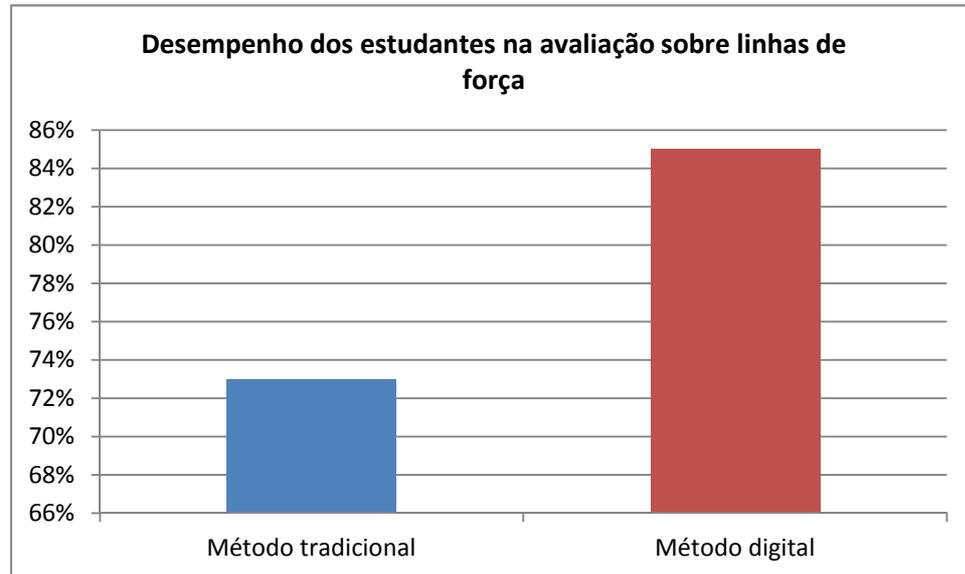
Figura 11: Reflexo do aprendizado dos estudantes do terceiro ano colegial confrontando o método tradicional e a introdução de tecnologia.



Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Apesar de terem sido discutidos e analisados os modelos de projeção das linhas de campo elétrico em ambas as salas, a projeção digital demonstrou-se mais marcante para o aprendizado dos estudantes. Além disso, a possibilidade de se apresentar um paralelo entre os conceitos de campo elétrico e o campo magnético numa mesma imagem no modelo digital (no livro didático estavam separadas em capítulos diferentes) levou a um melhor rendimento na avaliação do conceito, mesmo sendo ela em estilo tradicional, como mostrado na figura 12.

Figura 12: Relação de acertos dos 102 estudantes na avaliação em estilo tradicional acerca de questões envolvendo as projeções das linhas de campo elétrico e magnético, as quais foram apresentadas usando o livro didático (método tradicional) e a projeção de imagens computacionais (método digital).



Fonte: Figura elaborada pelo autor.

3.4.3. Apresentação de vídeos

Por se tratar de uma combinação de imagem, som e movimento, o vídeo é capaz de estimular mais sentidos que a imagem estática, conduzindo ao processamento das subjetividades e aprendizagens versadas nas técnicas mais modernas voltadas à educação (SPEROTTO, 2006). Desse modo, os vídeos são apropriados para auxiliar na composição do conhecimento (VEIT; TEODORO, 2002), ao oferecer sentido para o estudante à nova informação na relação com significados precisos, constantes e diversificados, inicialmente presentes na sua estrutura cognitiva (MOREIRA, 1999).

Nesse trabalho, foram utilizados alguns vídeos encontrados no repositório do portal do professor no site do MEC e, principalmente, trechos de episódios da série *O Mundo de Beakman*, produzida na década de 1990 e conseguida através de *downloads* do site *You Tube*. Esses recursos foram aplicados na introdução ou desenvolvimento de tópicos da disciplina de Física e apresentaram foco específico no tema da aula. Por serem de curta duração, em torno de 10 minutos, foi possível sua apresentação completa no intervalo de tempo de uma aula, com direito a comentários e análises antes, durante e depois das suas exhibições. Assim, permitiu-se fazer o levantamento dos conceitos prévios e das concepções

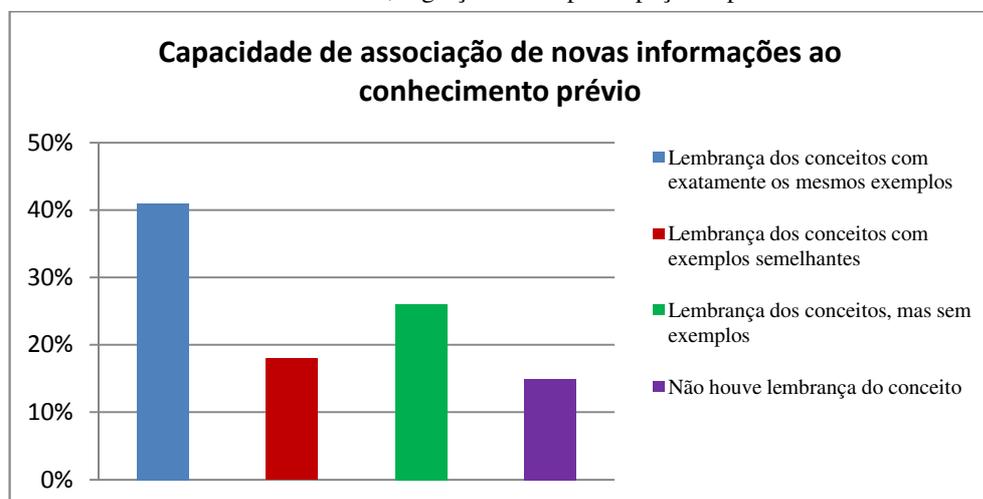
alternativas dos estudantes, além de se trabalhar o erro de forma produtiva, auxiliando no aprendizado.

A linguagem dinâmica e de fácil entendimento aumentou consideravelmente a identificação dos estudantes com o assunto ministrado, fato mensurado pela atenção dedicada durante as exposições, além de que as analogias utilizadas simplificaram os conceitos, mas sem descaracterizá-los. Isto tudo contribuiu para uma participação mais efetiva dos estudantes na composição aprendizado. O vídeo colaborou como organizador prévio na apresentação do conteúdo geral a ser estudado, mas diferentemente de um sumário, houve o cuidado em relacioná-lo com o conhecimento inicial do estudante e contextualizá-lo com seu cotidiano. A seguir há o detalhamento da aplicação em cada tópico de Física onde foi aplicado.

a) Resultados observados em Termologia

No condizente aos ganhos obtidos há, na figura 13, o detalhamento da capacidade de associação de novas informações com os conceitos prévios mostrados em vídeo. Foram analisadas as respostas de 66 estudantes do 1º ano do ensino médio no decorrer do processo de ensino-aprendizado, usando para esta avaliação tanto recursos audiovisuais quanto meios tradicionais, em relação ao que fora inicialmente apresentado a respeito da definição do conceito de temperatura.

Figura 13: Avaliação da edificação de subsunçores nos estudantes levando em conta o impacto das informações iniciais apresentadas no vídeo com relação às novas informações no conceito de temperatura, ponderando resultados de testes escritos, arguição oral e participação espontânea dos estudantes.



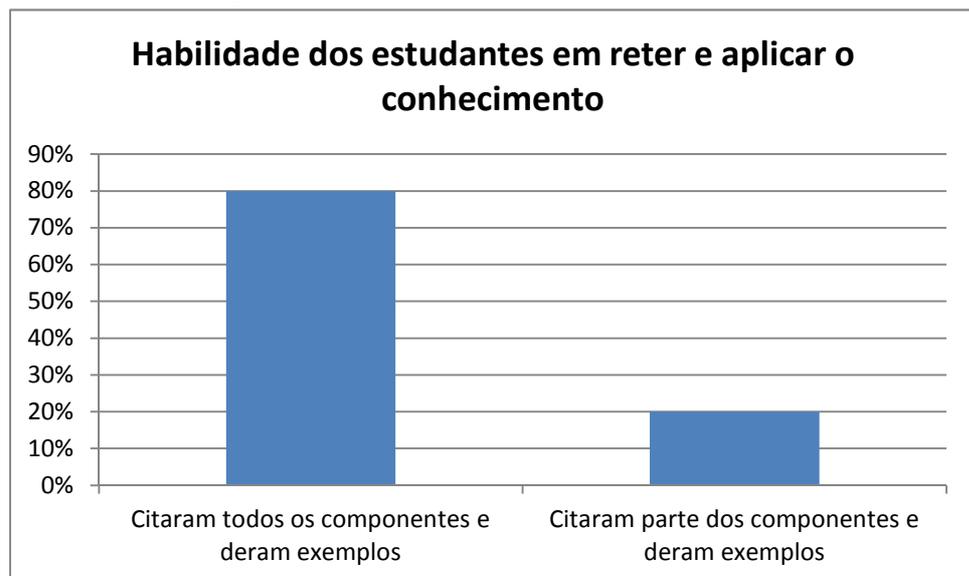
Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Apesar de não ser unânime entre os estudantes na formação de um conceito sobre temperatura e da maioria fazer uso da analogia inicial mostrada no vídeo, sem relacioná-la com outras situações, o fato de mais de 80% demonstrarem que possuem a concepção correta do que seja o conceito de temperatura comprova a eficácia do recurso e certamente facilita a evolução do estudo.

b) Resultados observados em Eletricidade

No tópico sobre Eletricidade, o vídeo foi usado para introduzir o estudo de Eletrodinâmica e apresentar os conceitos básicos dos itens encontrados num circuito elétrico simples, porém completo. Com uma linguagem simples, mas bem embasada cientificamente e fazendo uso de associações de fácil assimilação e entendimento, pôde-se verificar cuidadosamente o emprego de cada componente. Na figura 14, tem-se o levantamento feito com 10 estudantes do terceiro colegial, advindos de duas salas diferentes, sobre a composição e função de cada item num circuito elétrico, conforme desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem.

Figura 14: Habilidade demonstrada pelos estudantes do terceiro colegial em reter o conteúdo apresentado pelo vídeo e relacioná-lo com seu cotidiano.



Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Ainda com relação aos dados que estão na figura 14, verificou-se que na sala A onde geralmente há maior dificuldade de aprendizagem por meio de aulas expositivas e posterior resolução de exercícios, houve 100% de acertos na composição dos circuitos e relacionamento com o cotidiano. Dentre as causas mais prováveis citadas pelos próprios estudantes para o bom desempenho via vídeo estão:

- Dificuldade de abstração na projeção de modelos e aplicações;
- Incompreensão do “vocabulário científico” utilizado pelo professor;
- Certa aversão à matematização do fenômeno;

Voltando o foco para a sala B, onde há um razoável aprendizado utilizando o método tradicional, constatou-se que 20% dos estudantes citaram apenas alguns dos componentes de um circuito e puderam exemplificar sua aplicação e/ou funcionamento. Isto leva a crer que parte do conteúdo apresentado em vídeo pode ter gerado dispersão entre os estudantes, desviando a atenção e levando a comentários paralelos, assim como acontece no método tradicional. Porém, segundo esses mesmos estudantes, a nova metodologia ainda apresentou-se mais atraente na comparação com os meios tradicionais de educação.

Em meio às vantagens verificadas na aplicação desse recurso, podemos apontar como as mais interessantes:

- O ambiente descontraído criado para contextualizar o fenômeno, captando a atenção dos estudantes ao envolvê-los com situações divertidas e efeitos sonoros que complementam as analogias aplicadas de forma factível e de simples absorção, o que facilita a retenção e aplicação do conceito;
- A possibilidade de demonstração de um fenômeno cuja observação *in loco* ou reprodução sejam muito complexos.

3.4.4. Uso de simuladores

Os simuladores correspondem ao conceito de ferramentas computacionais que reproduzem situações físicas reais ou ideais projetadas matematicamente, com as quais o estudante poderá interagir na troca de significados e na alteração do fenômeno sob análise, de acordo suas necessidades relacionando códigos, grandezas e gráficos pertinentes ao estudo. Dessa forma, o conhecimento acontece moldado nos contextos de aprendizado dos estudantes levando à modificação e amplificação dos *subsunçores* de forma a atingir o aprendizado.

Nesse sentido, as simulações podem complementar a lacuna existente entre o que o estudante já sabe e o que deve conhecer até alcançar a aprendizagem significativa, possibilitando apreender estavelmente conteúdos mais distintos e complexos.

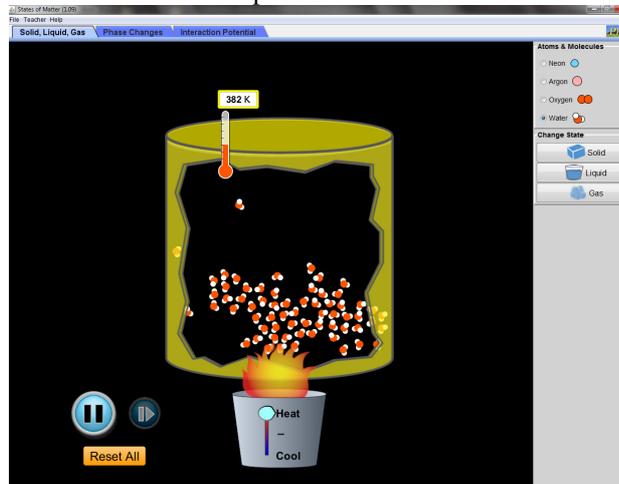
No entanto, há a consciência de que alguns modelos são uma amostra demasiadamente simplificada da realidade, o que exige a interferência do professor a fim de que se evite a assimilação de uma concepção errada do fenômeno sob estudo. Segundo Medeiros e Medeiros (2002), considerando que as simulações constituem um atrativo muito mais interessante para professores e estudantes devido ao seu potencial de influência, é necessário atenção especial, pois sua disseminação de informações distorcidas é igualmente influenciável. Além disso, como se espera uma aprendizagem significativa, é preciso um cuidadoso planejamento para que a aplicação do simulador explore as capacidades de um raciocínio crítico e participativo por parte dos indivíduos envolvidos na ação educacional. Para tanto, chama-se a atenção para objetivos claros à óptica dos estudantes durante a execução deste OA para facilitar o entendimento, a interação e estimular a conclusão da tarefa proposta, assim como a posterior avaliação do efetivo aprendizado alcançado.

Assim sendo, todas as simulações usadas no período de pesquisa, exemplificadas na figura 15, vieram do site *Physics Education Technology* em consideração às suas diversas qualidades, entre elas:

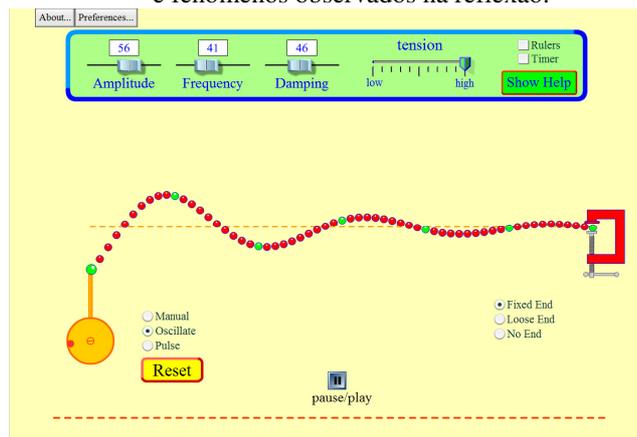
- A variedade de recursos à disposição num só repositório e facilidade de acesso, o que permite explorar várias características em diferentes simuladores, além de permitir o intercâmbio de atividades entre profissionais relacionados à educação com sugestões de como trabalhar determinado tópico disciplinar auxiliado pela ferramenta interativa com a finalidade de valorizar a atividade e aumentar a probabilidade de sucesso da mesma;
- O grau de fidelidade de suas simulações em comparação ao fenômeno real, sendo que na maioria dos casos é possível a introdução de aparelhos de medidas e confecção de gráficos concomitantemente à utilização do simulador, promovendo um maior estreitamento entre o fenômeno e sua formulação matemática;
- A facilidade encontrada tanto em seu manuseio quanto no entendimento das analogias utilizadas no estudo fenomenológico em questão, mas sempre levando em consideração a concepção científica mais aceita para a explicação do fato e que atinja o propósito de elucidação e construção de conceito que leve ao aprendizado significativo;
- O tamanho reduzido de cada arquivo, o que possibilita o *download* em *hardwares* de pequenas capacidades e sua aplicação em diversos ambientes de aprendizagem.

Figura 15: simuladores utilizados no estudo de (A) Termologia, (B) Ondulatória e (C) Eletricidade.

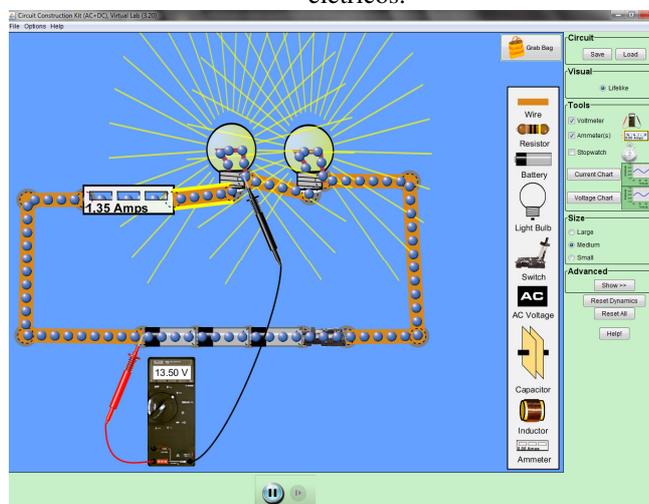
(A) Simulador *States of the Matter: Basics* – utilizado para definição do conceito de temperatura e calor e estudo das mudanças de estado físico e interação entre as partículas componentes da matéria.



(B) Simulador *Wave on a String* – utilizado no estudo das propriedades da onda numa corda e fenômenos observados na reflexão.



(C) Simulador *Circuit Construction kit (AC + DC)* – utilizado no estudo geral de circuitos elétricos.



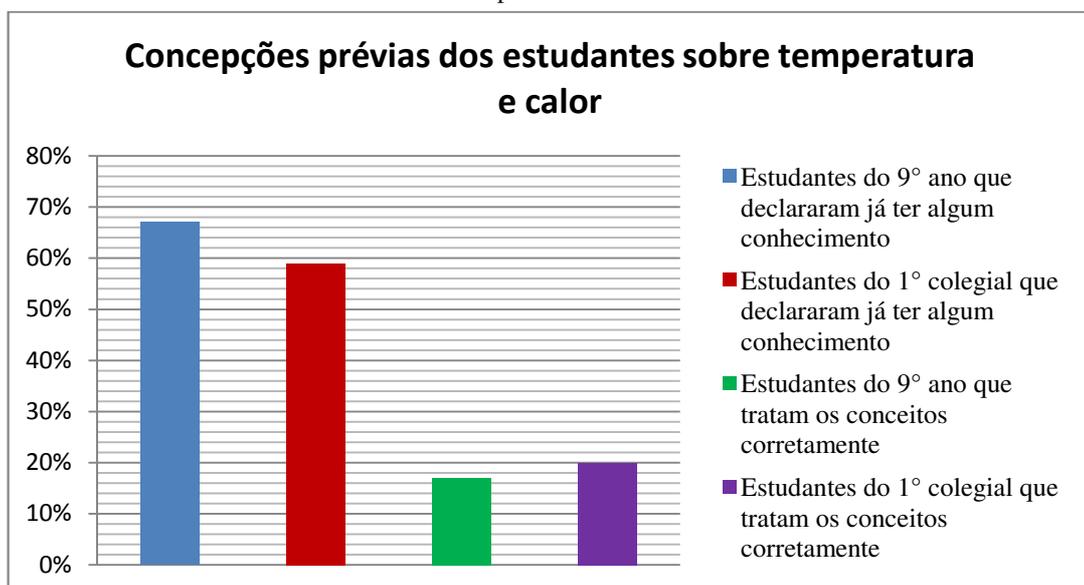
No estudo de Termologia e Eletricidade, a apresentação dos vídeos foi interrompida momentaneamente para que os conceitos fossem discutidos e analisados com o auxílio da interatividade dos simuladores. A princípio, a atenção esteve voltada para o levantamento das concepções prévias e alternativas dos estudantes e à construção dos *subsunçores* necessários à evolução do aprendizado. Posteriormente, as simulações serviram como recursos para o resgate desse conhecimento e aplicação no relacionamento cotidiano das novas informações. De acordo com as dúvidas e curiosidades dos estudantes, várias possibilidades foram testadas e avaliadas observando sua participação, modificações de comportamento, resolução de exercícios e em exames escritos.

A seguir são expostas algumas experiências de aplicação dos simuladores nos três eixos temáticos citados anteriormente.

a) Aplicações em Termologia:

Por considerar que o conhecimento do que seja temperatura e calor se faz muito necessário para o prosseguimento do estudo de Termologia, foi feita a análise das concepções iniciais dos estudantes das séries onde acontece a introdução do tema, ilustradas na figura 16.

Figura 16: Ideias iniciais de 132 estudantes do ensino fundamental e médio com relação à definição de temperatura e calor.



Fonte: Figura elabora pelo autor.

Por meio da figura acima, podemos identificar que, apesar da maioria se lembrar de ter estudado sobre o assunto, poucos são capazes de mostrar conhecimento efetivo dos conceitos. Assim muitos estudantes chegam às séries finais do ensino fundamental e no ensino médio inaptas a diferenciar o que seja temperatura e calor, conforme constatado nas concepções prévias apresentadas na tabela 05.

Tabela 05: Concepções iniciais generalizadas dos estudantes do 9º ano e 1º colegial sobre temperatura e calor.

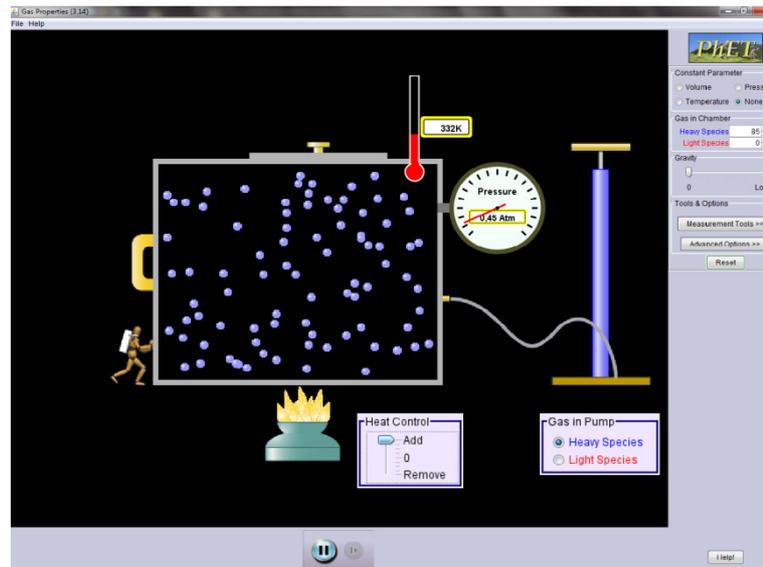
Conceito	Concepção dos estudantes
Temperatura	<ul style="list-style-type: none"> • Existe temperatura alta, média e baixa. • Pode ser trocada entre os corpos.
Calor	<ul style="list-style-type: none"> • Existe apenas calor quente. • O calor fica acumulado no corpo. • Sentimos calor quando recebemos calor. • Sentimos frio quando recebemos frio.

Fonte: Tabela elaborada pelo autor.

Isto pode se tornar um entrave no estudo de transferência de energia na forma de calor e no curso de Termodinâmica, uma vez que a definição de energia interna não apresenta significado para os estudantes. Então, através da simulação, exibida na figura 15, é possível apresentar exemplos claros e mais concretos do que sejam calor e temperatura e qual a relação existente entre eles na formação dos *subsunçores* primários.

A partir da construção destes conceitos, avaliou-se sua aplicação em outro simulador, descrito na figura 17, no estudo das Leis dos Gases e introdução à Termodinâmica.

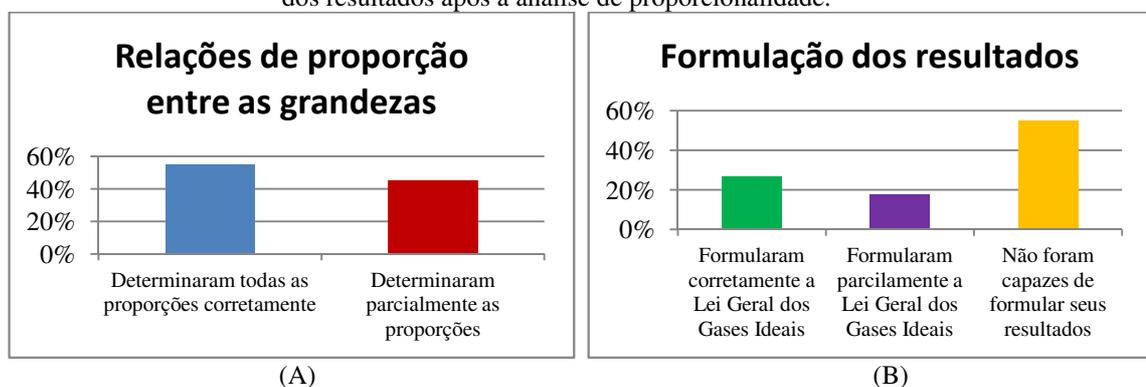
Figura 17: Simulador *Gas Properties* – utilizado no estudo de Lei dos Gases e Termodinâmica.



Fonte: Figura elaborada pelo autor.

A figura 18 traz o resultado de uma atividade realizada neste simulador, na qual os estudantes deveriam montar conjecturas acerca da proporcionalidade entre as grandezas que definem um gás. Devido ao número insuficiente de computadores disponíveis, os estudantes foram divididos em grupos de até três indivíduos em cada máquina. A partir das informações sobre o funcionamento do *software*, os estudantes foram instruídos a selecionar uma grandeza e torná-la constante e avaliar a relação entre as demais. Dos 09 grupos envolvidos na pesquisa, 06 foram capazes de determinar todas as relações e 03 puderam formular seus resultados.

Figura 18: Resultado do trabalho sobre Lei Geral dos Gases Ideais realizado pelos estudantes do 1º colegial explorando o simulador – (A) Análise das relações entre as grandezas que definem um gás e (B) – Formulação dos resultados após a análise de proporcionalidade.



Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Embora 55% dos grupos não tenham apresentado a habilidade de formular seus resultados, todos os grupos foram capazes de determinar alguma proporção entre as grandezas, demonstrando que o conteúdo do simulador apresentou algum significado aos estudantes.

Ainda no estudo de Termologia, no tópico sobre a Primeira Lei da Termodinâmica, duas salas de 2º colegial foram indagadas sobre a possibilidade de esquentar ou resfriar um gás sem fornecer ou retirar energia na forma de calor. Em uma delas, denominada sala X, utilizou-se o simulador com os estudantes juntamente com as concepções prévias, enquanto que na outra, designada sala Y, se levou em consideração apenas o conhecimento inicial dos estudantes.

Em ambas as salas houve resposta positiva para o aquecimento, inclusive com citações à realização de trabalho, com demonstrações de fricção entre as mãos. No entanto, apenas no caso em que se usou o simulador, os estudantes perceberam a possibilidade de resfriá-lo, cuja certeza veio através da experimentação. Embora de forma sutil, o software possibilitou observar a diminuição da temperatura com a variação do volume do recipiente.

Cabem aqui, portanto, algumas observações interessantes quanto ao uso do simulador virtual aplicado à formação de conceitos, sua posterior associação às novas informações e emprego em situações pertinentes em Termologia:

- Na mudança de fase, houve situações em que os estudantes rapidamente identificaram o desprendimento de moléculas da amostra de água líquida, evidenciando a passagem para o estado gasoso a uma temperatura inferior a 100°C;
- Nos resultados das transformações gasosas na figura 17, parte da dificuldade dos estudantes esteve voltada em como matematizar as grandezas proporcionais em função da grandeza constante. Isto é algo a se pensar ao introduzir equações matemáticas sem a tradução numa linguagem acessível aos estudantes, como por exemplo, ao usar termos como “variável” e “constante” que, apesar de parecer trivial ao professor, não são bem entendidos pelos estudantes;
- Mesmo não se tendo registrado exemplos entre os estudantes da sala X para a diminuição de temperatura com a variação do volume, houve uma rápida assimilação quando estes foram mencionados pelo professor, assim como o fácil relacionamento a um exemplo prático. Já em Y, fez-se necessária a apresentação da experimentação para elucidar melhor a situação para os estudantes. Dessa forma, o experimento pôde ser entendido como comprobatório da aprendizagem discente na primeira sala e apenas demonstrativo na segunda.

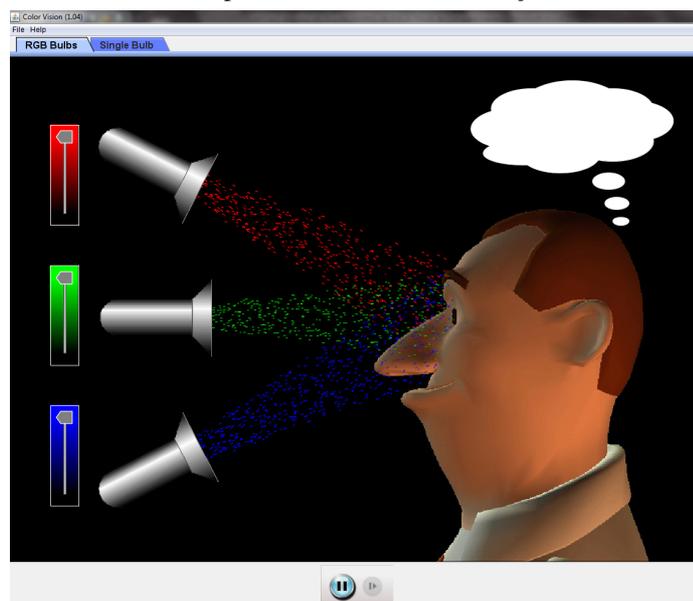
b) Aplicações em Óptica

A principal utilização dos simuladores em Óptica esteve voltada para o estudo de pormenores ocorrentes em fenômenos cuja análise apenas seria possível com a aplicação desse recurso.

O simulador representado na figura 15 – *Wave on a String* – apresenta as ferramentas necessárias para se estudar as propriedades características de uma onda, além de oferecer uma maneira concreta de se demonstrar que as partículas componentes apresentam apenas movimento oscilatório, sem apresentar movimento de translação ao longo da propagação. Juntamente com o professor, os aprendizes verificaram os módulos do comprimento, amplitude, período, frequência e velocidade de propagação de uma onda no fenômeno simulado.

O simulador da figura 19 foi empregado no estudo da formação das cores a partir dos fenômenos de absorção e reflexão com o uso de filtros disponibilizados pelo software. Além de averiguar a constituição dos demais matizes a partir das tonalidades primárias, também se discutiu sobre pigmentação e chamou-se a atenção para o conceito moderno de classificação da luz, sendo possível observar seu caráter corpuscular e ondulatório.

Figura 19: Simulador *Color Vision* – aplicado no estudo de formação das cores e classificação da luz.



Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Na tabela 06, há registro das concepções prévias de 15 estudantes do 2º colegial com relação à formação das cores, antes de serem apresentados ao estudo com o simulador:

Tabela 06: Concepções iniciais dos estudantes do 2º colegial acerca da formação das cores.

Conhecimentos Iniciais
As cores primárias são: vermelho, azul e amarelo.
A luz apresenta apenas característica ondulatória.
As cores secundárias ocorrem com a mistura de cores.
Para enxergarmos as cores, basta existir luz.
Não há distinção entre as cores mostradas num monitor e as da versão impressa.

Fonte: Tabela elaborada pelo autor.

Com base nas informações da tabela 06, o processo de ensino-aprendizagem foi estruturado de modo a conduzir à formação do conhecimento de acordo com as concepções alternativas dos estudantes em relação às características do fenômeno, utilizando o simulador da figura 19.

A tabela 07 traz o resultado avaliativo dos conceitos estudados no simulador em comparação com os estudados considerando apenas a capacidade de abstração dos estudantes, analisando a influência do simulador no aprendizado considerando o fator ensino-aprendizagem apenas em sala de sala.

Tabela 07: Conceitos sobre ondulatória trabalhados com os estudantes no método tradicional e no método digital avaliando em prova escrita os seguintes quesitos: A. C. – aprendeu completamente; A. P. – aprendeu parcialmente e N. A. – não aprendeu.

Resultado da avaliação dos conceitos de óptica trabalhados com os estudantes				
	Conceito	A. C.	A. P.	N. A.
Método tradicional	Definição de onda	52%	24%	24%
	Projeção de imagens	18%	12%	70%
	Cálculos de grandezas	18%	-	72%
Método digital	Projeção da onda	76%	-	24%
	Propriedades da onda	53%	12%	35%
	Fenômenos Ondulatórios	64%	12%	24%

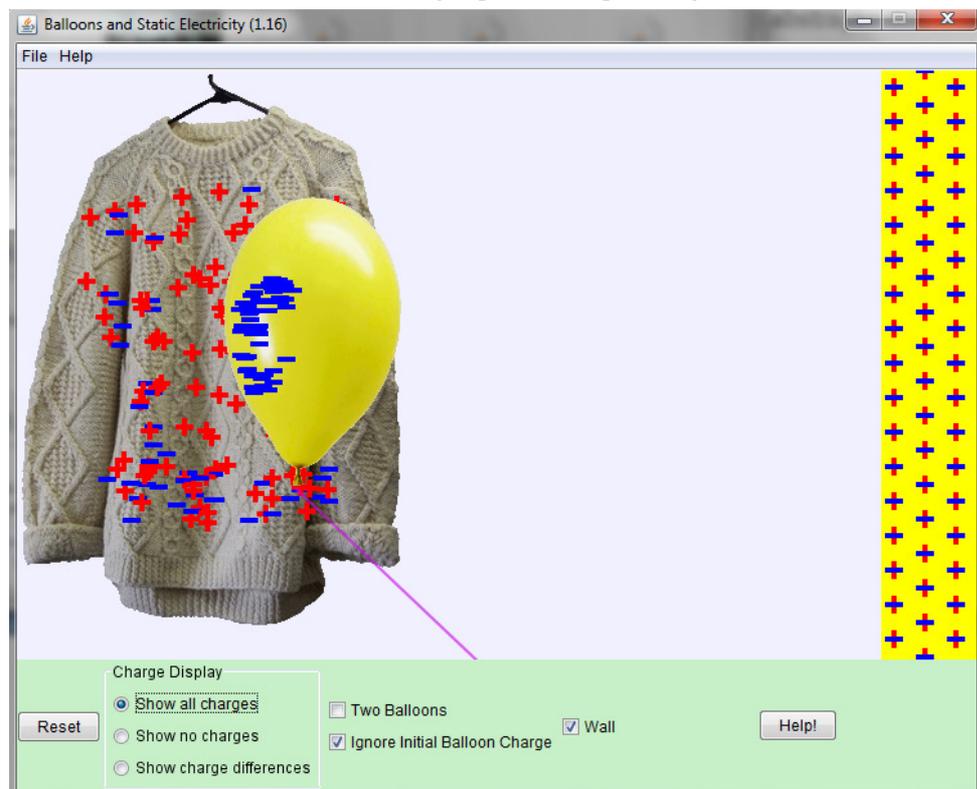
Fonte: Tabela elaborada pelo autor.

Com base nos dados acima se pode perceber que, apesar do método digital ser considerado mais atraente pelos estudantes, não há um aprendizado significativo sem o hábito de estudo, pois alguns conteúdos necessitam de uma revisão individual capaz de elencar as dúvidas e orientar o estudo conduzindo ao aprendizado.

c) Aplicações em Eletricidade

O estudo dos processos de eletrização foi pautado nas atividades experimentais descritas no capítulo IV, relacionando o tema com os fatos que ocorrem no cotidiano. Porém a explicação sistemática do fenômeno só foi possível através do simulador. As figuras 20 e 21 são demonstrações dos recursos utilizados, nos quais se verificou não só o fenômeno da eletrização como também as forças de interação e o intercâmbio de elétrons entre os corpos.

Figura 20: Simulador *Balloons and Static Electricity* – utilizado no estudo do comportamento das cargas no fenômeno de eletrização por atrito e polarização.



Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Figura 21: Simulador *John Travoltage* – utilizado no estudo do comportamento das cargas na eletrização por atrito e na condução de carga elétrica.



Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Estas figuras exemplificam os fenômenos de eletrização mais citados pelos estudantes, acontecidos em seu cotidiano. Na análise de suas concepções, mesmo entre os que teoricamente já estudaram o tema, ainda há a ideia de que um corpo fica carregado positivamente ao adquirir prótons. Por meio dos simuladores, evidenciou-se que a transferência de portadores de carga acontece somente com elétrons, trabalhou-se a distribuição de carga na superfície do corpo e a troca de portadores por meio das protuberâncias pontiagudas existentes na superfície.

Na introdução à Eletrodinâmica, antes da apresentação do vídeo citado no tópico 3.4.3 e aplicação do simulador da figura 15 – *Circuit Construction Kit (AC + DC)* – foi feito o levantamento do conhecimento dos estudantes sobre o tema, o qual está representado na tabela 08.

Tabela 08: Conhecimento prévio geral dos estudantes sobre Eletrodinâmica.

Conhecimentos iniciais gerais dos estudantes sobre Eletrodinâmica	
Corrente elétrica	<ul style="list-style-type: none"> • É preciso ter contado entre os polos do gerador para haver corrente elétrica; • A corrente elétrica não pode ser acumulada (guardada). Num fio cortado de corrente alternada a corrente vai e volta no condutor, sem “cair” dele; • Há duas cargas de “energia”: positiva e negativa; • Há conceito de circuito fechado e aberto; • A corrente vem do relógio (padrão de energia elétrica).
	<ul style="list-style-type: none"> • São exemplos: pilha, bateria e a tomada; • Oferecem o “impulso” para que os elétrons se movam em corrente; • Geram energia, passam energia para o circuito, movimentam os elétrons;

Geradores	<ul style="list-style-type: none"> • Fecham o circuito; • Se tocar um fio no poste, mas não tocar o chão não toma choque (Exemplo: a maritaca); • Regulam a energia elétrica.
Consumidores	<ul style="list-style-type: none"> • Os elétrons são absorvidos no consumidor; • Servem para fechar o circuito; • Convertem energia elétrica em outros tipos de energia.

Fonte: Tabela elaborada pelo autor.

Com base nessas informações, registraram-se na tabela 09 as seguintes dúvidas mais frequentes entre estudantes:

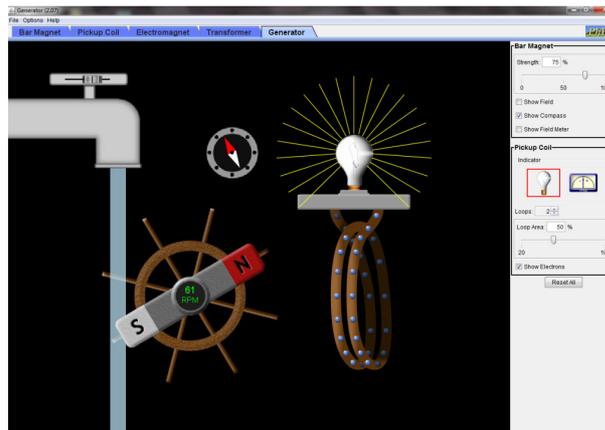
Tabela 09: Dúvidas gerais mais frequentes dos estudantes sobre o funcionamento dos componentes de um circuito simples.

Dúvidas gerais mais frequentes entre os estudantes	
Corrente elétrica	<ul style="list-style-type: none"> • Como é estabelecida no condutor? • Qual a velocidade dos elétrons? • Como transporta energia?
Geradores	<ul style="list-style-type: none"> • Como “produzem” energia? • Como estabelecem a ddp no circuito? • Como estabelecem a ddp interna? • Por que existem pilhas de vários tamanhos?
Consumidores	<ul style="list-style-type: none"> • Como transformam energia elétrica em outras modalidades?

Fonte: Tabela elaborada pelo autor.

De posse desse conhecimento, as atividades fundamentadas nos simuladores procuraram relacionar o conhecimento prévio dos estudantes e as dúvidas apresentadas de forma a associá-los ao seu cotidiano e produzir as modificações necessárias nas concepções alternativas que apresentassem erros em sua constituição e/ou aplicação. Assim sendo, o estudo evoluiu para a transformação de energia com a finalidade de se obter energia elétrica, amparados didaticamente pelo recurso descrito na figura 22.

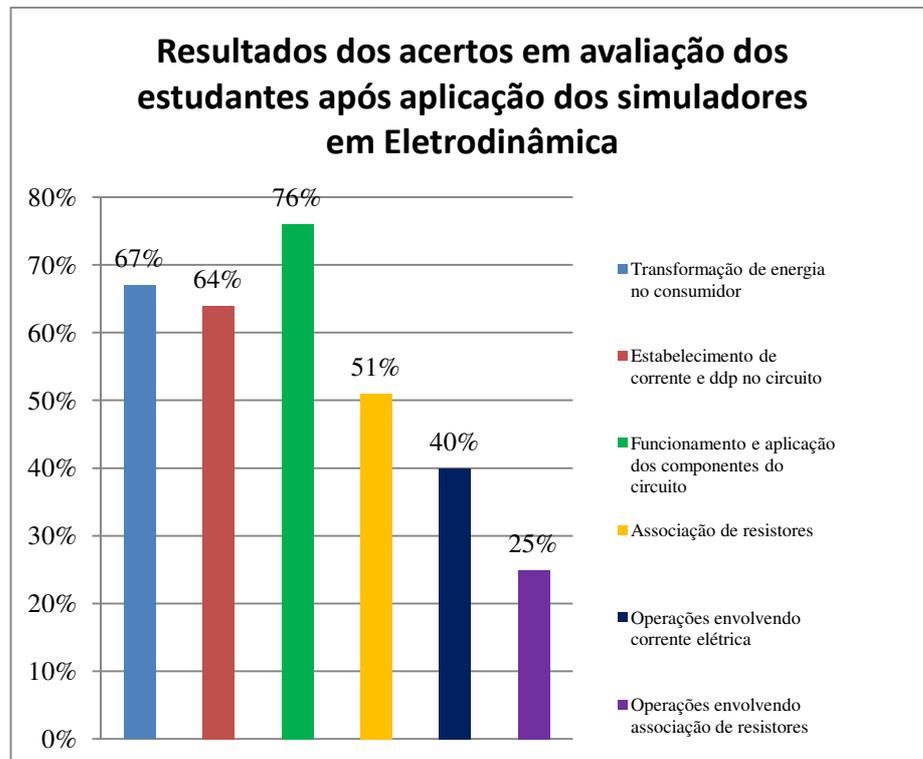
Figura 22: Simulador *Generator* – utilizado no estudo de corrente alternada e conversão de energias.



Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Na nova verificação do conhecimento de 92 estudantes, observaram-se os resultados expostos na figura 23.

Figura 23: Resultados apresentados em avaliação dos estudantes do 3º colegial em relação ao conhecimento adquirido após o uso dos simuladores.



Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Assim, pode-se deduzir que o uso dos simuladores para construção do conhecimento foi mais efetivo para o aprendizado de conceitos teóricos e de aplicação que nos casos de resolução de problemas. Acredita-se que, assim como no caso verificado em Óptica no tópico 3.4.4 – b, o estudo extraclasse para a resolução de exercícios se faça necessário para a melhora do quadro apresentado na figura 23. No entanto, a participação maciça dos estudantes dinamizou o processo educacional e aproximou-o do interesse da maioria ao tratar de elementos presentes em seu cotidiano. Fenômenos como choque elétrico e desperdício de energia foram amplamente discutidos na construção do conhecimento dos estudantes, os quais demonstram significativa consciência crítica no desenvolvimento desse tema, observada nas argumentações em classe.

3.5. Considerações sobre o uso de tecnologia da educação

3.5.1. Pontos positivos

Dentre os ganhos positivos observados com a aplicação da tecnologia da educação, o mais expressivo foi o aumento na participação interativa dos estudantes durante o processo de ensino-aprendizagem; principalmente dos estudantes do ensino noturno, com ênfase especial para os estudantes do Ensino de Jovens e Adultos (EJA). Segundo os próprios estudantes, os materiais digitais contribuíram ao:

- Facilitar o estudo de conceitos abstratos;
- Nortear a aplicação do conteúdo estudado;
- Dinamizar o processo educacional;
- Oferecer mais opções para o aprendizado de um mesmo conteúdo.

Também há de se mencionar que os recursos de imagem, de vídeo e os simuladores são de baixo custo, de fácil acesso e de simples aplicação. Assim sendo, o trabalho maior ficou atribuído ao planejamento e execução por parte do professor. Com relação aos resultados da aplicação da tecnologia da educação refletidos em cada turma, perceberam-se algumas peculiaridades na comparação entre turmas, idades, séries e turnos.

No ensino fundamental, notou-se que a metodologia adotada foi efetiva na formulação de *subsunçores* ao serem revisitados durante o processo educacional, com demonstrações de conhecimento relacionado às analogias mostradas nas tecnologias

aplicadas. Entre os estudantes de mesma série, mas de turmas diferentes, observou-se uma homogeneidade nas séries de 1º colegial em relação à aplicação dessa tecnologia no que se refere à participação. Os simuladores foram, sem dúvida, o recurso mais impactante nesta série, onde se verificou a utilização extraclasse em várias ocasiões mencionadas pelos estudantes e motivadas pela curiosidade despertada em sala.

No ensino noturno, o estímulo provocado pela aplicação de qualquer tipo de OA apresentou resultados equivalentes em todas as classes, seja na participação em sala, na formação de conceitos ou na aplicação do conhecimento. No entanto, no EJA houve mais interesse na constante aplicação da **tecnologia da educação**, enquanto que o ensino regular sentiu a necessidade em dosar os recursos digitais com a metodologia tradicional.

Ao considerar a continuidade dentro do processo educacional, os estudantes que interromperam seus estudos em algum momento, demonstraram mais entusiasmo ao ser apresentados à nova proposta metodológica, o que leva a crer que este método acresce vantagens importantes na complementação do modelo tradicional. E, em se tratando de estudantes de idade mais avançada, o conteúdo apresentado de forma mais real gerou situações que os colocaram em pé de igualdade com outros estudantes que estão acostumados a arquitetarem modelos mentais e, principalmente, habituados a discutir sobre estes conceitos acerca de como foram concebidos, como funcionam e onde podem ser aplicados.

Dessa forma, a atitude interativa dos estudantes tornou-se mais abrangente e menos intimidadora uma vez que ofereceu condições para familiarização do conteúdo e promover sua análise crítica, enriquecendo o momento de ensino-aprendizagem.

3.5.2. Dificuldades encontradas

Na aplicação da tecnologia educacional de projeção de imagens, apresentação de vídeos e aplicação de simuladores digitais; foram anotadas algumas dificuldades que devem ser levadas em consideração no planejamento do professor a fim de garantir a melhor forma de aplicação desse material:

- Tanto as mídias, quanto os softwares podem apresentar linguagem estrangeira em seu acionamento e funcionamento. Geralmente, possuem comandos simples, e muitas vezes intuitivos, não configurando grandes dificuldades para o professor. Porém, é importante que palavras e expressões que possam ser desconhecidas aos estudantes sejam traduzidas e exemplificadas de modo a simplificar o acesso à informação e facilitar sua posterior transformação em aprendizado;

- Muitas vezes, não houve um lugar específico para se utilizar a metodologia digital. Assim sendo, o planejamento é fundamental para evitar desperdício de tempo com montagem de aparelhos e deslocamento de turmas;
- Como o número de TICs é geralmente insuficiente para atender a todos os professores é importante que se faça o estudo para o seu uso, de modo a alcançar os objetivos desejados. Uma ótima opção encontrada foram aulas interdisciplinares, com bons resultados de participação e conhecimento;
- A apresentação dos OA permitiu maior dispersão da atenção do foco principal da proposta educacional. Portanto, apesar de desejado, o diálogo dos estudantes deve ser orientado para que o recurso não fuja ao seu propósito.

3.5.3. Panorama geral

Tendo em vista a experiência de aplicação e os resultados obtidos, a tecnologia da educação cumpriu seu papel como recurso extra no estímulo oferecido aos estudantes na construção de seu conhecimento. Mesmo assim, a seguir são discutidas algumas características consideradas determinantes para que possibilitem o aprendizado:

- Imagens: precisam ser facilmente identificáveis para que possam trazer significado ao conteúdo trabalhado com o estudante;
- Vídeos: devem fugir do estilo aula gravada, oferecendo novas situações de aprendizagem. Além disso, é importante que permitam o tempo necessário para sua discussão e análise, as quais podem ocorrer durante ou depois de sua exibição;
- Simulações: devem apresentar um propósito claro e ser de simples manuseio, para que os aprendizes assimilem rapidamente seu funcionamento e aplicação.

Assim exposto, o uso de novas tecnologias aplicadas no processo educacional, principalmente no ensino-aprendizado de Física, pode contribuir como um recurso extra na estimulação do estudante para que busque o conhecimento significativo e duradouro.

Para tanto, as TICs e OAs surgem como uma importante ferramenta para a inovação e avanço da educação ao utilizar recursos relativamente fáceis de serem adquiridos e aplicados, visando com isso a construção de concepções baseadas em conceitos mais concretos e de simples assimilação, o quais contribuem para o entendimento de estudantes que não apresentem o nível de abstração necessário à formulação do conhecimento sem a dependência de conceitos alternativos, que possam induzir ao erro. Além disso, estas

alternativas tecnológicas servem como estimuladores adicionais para estudantes que já se interessam pela disciplina, permitindo potencializar seu aprendizado.

Contudo, deve-se ter a consciência de que essa tecnologia deva estar aliada a outros recursos, competindo ao professor a responsabilidade de elaborar as estratégias que explorem as qualidades disponíveis em cada opção, de modo a construir um ambiente em que o estudantes sintam-se a vontade para argumentar, refletir e participar efetivamente do processo de construção do conhecimento. Respeitadas estas observações, há maiores chances de se obter a aprendizagem significativa.

CAPÍTULO IV – EFICIÊNCIA DE ATIVIDADES PRÁTICO-EXPERIMENTAIS NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM

4.1. Por que aplicar atividades práticas no ensino de Ciências?

Frequentemente, os estudantes indagam sobre a necessidade de se aprender Física e expõem sua dificuldade em relacionar o conteúdo apresentado na escola com o que encontram em sua vida cotidiana. De fato, a metodologia de ensino baseada na exposição teórica e posterior resolução de exercícios domina entre docentes de Física, tornando essa disciplina pouco interessante tanto para estudantes quanto para professores.

A necessidade da construção de modelos mentais na apresentação de um conteúdo pode gerar conceitos alternativos, que estão incorretos ou que apresentam falhas na sua concepção e constituem-se em um entrave à evolução do conhecimento, conforme mencionado no capítulo anterior. Dessa forma, nasce nos estudantes a ideia de que a disciplina está longe de se comunicar com a Ciência capaz de produzir os aparelhos tecnológicos que fazem parte do nosso cotidiano. Dessa forma, segundo Moraes e Moraes (2000, p. 232):

De modo convergente a esse âmbito de preocupações, o uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de se aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente. Nesse sentido, no campo das investigações nessa área, pesquisadores têm apontado em literatura nacional recente a importância das atividades experimentais.

Atividades práticas aliadas ao conteúdo teórico e aos exercícios propostos possibilitam a aproximação do ensino de Ciências Físicas da realidade, além de promover um dinamismo no conteúdo teórico ao relacioná-lo de maneira mais direta com o cotidiano e com a produção e/ou funcionamento da tecnologia, na pretensão de fornecer o incentivo necessário para que o tópico seja mais atraente ao estudo e possa produzir resultados mais satisfatórios no tocante à aprendizagem significativa, complementando os conteúdos apresentados com os recursos que são apenas digitais. Além disso, torna possível avaliar habilidades e competências que não são levadas em conta num exercício proposto em sala de aula como: manuseio de aparelhos de medida, aferição de medidas de grandezas de maneira direta e

indireta, entendimento e aplicação das grandezas envolvidas e a influência do ambiente na análise do fenômeno ou na reprodução da prática.

No entanto, muitas escolas, públicas ou privadas, não dispõem de lugar, nem do material necessário para que se apliquem atividades prático-experimentais, uma vez que a maioria dos laboratórios escolares tem apenas o espaço físico sem qualquer atrativo que estimule a atividade prática experimental. Assim sendo, pensou-se na possibilidade de contribuir para o aspecto visual destes espaços com a apresentação de experimentos que instigassem a curiosidade e provocassem a pesquisa, conduzindo ao conhecimento e aplicação do conteúdo científico em questão. Com base nesses fatos, foram aplicadas atividades prático-experimentais com a finalidade de estimular o aprendizado de Física e melhorar a eficiência do conhecimento mediado.

A partir desse material, buscou-se despertar ou potencializar o interesse em estudar Física numa parcela significativa dos estudantes, ocasionando maior nível de compreensão e resultados de aprendizagem significativa traduzidos em relatos de observação ou aplicação do conhecimento no cotidiano, assim como a participação mais efetiva na elaboração e execução do processo de ensino-aprendizagem.

Conforme exposto, o presente capítulo aborda a eficiência no ensino de Física, por meio de atividades práticas e experimentais que explorem desde a **estimulação** (práticas pré-programadas que instiguem a curiosidade na introdução de um tópico ou apresentação de um conceito), passando pela **comprovação** (testando a teoria ao aplicá-la na prática e vice-versa) e culminando na **análise reflexiva** (quando o resultado final do experimento não possa ser previsto sem que haja o estudo sistemático das situações em questão, que conduzam para uma conclusão final), tendo como base o conceito construtivista de que o conhecimento está relacionado à interação do sujeito com o meio que o cerca e que a aprendizagem significativa é observada quando o conhecimento é aplicado de forma consciente e sustentável.

4.2. Aplicação de atividades prático-experimentais

Levando em consideração o interesse dos estudantes em adquirir ou aplicar conhecimentos de Ciências em atividades práticas que se relacionam direta ou indiretamente com o cotidiano e na verificação das relações entre os experimentos e a tecnologia, sempre que possível, atividades práticas podem ser usadas para demonstração, verificação, análise ou introdução de um conceito. Nesse processo é considerada muito importante a participação ativa dos estudantes, os quais podem, depois de feitas as observações e conclusões, ser

estimulados a reverem e refletirem sobre a experiência. Com isso, espera-se que sejam capazes de reformular seus paradigmas de explicação, de modo a aproximá-los do modelo científico padrão de uma maneira fácil ao entendimento, mas que não se sustente em concepções alternativas incorretas.

No entanto, a maioria do material de apoio ao professor consiste em atividades experimentais no estilo “siga o exemplo”, que cumprem seu papel de colocar o estudante em contato com a prática, mas se configuram num fato obstante às propostas recentes de ensino-aprendizagem. No que tange às finalidades do ensino básico atual, não basta que o estudante seja capaz de reproduzir algo. Também é preciso, senão fundamental, que sejam estimulados seu senso crítico, sua criatividade e a capacidade de aplicação de seu conhecimento no ambiente que o cerca. Então, acredita-se numa evolução natural das habilidades e competências cobradas nas atividades práticas, contribuindo para novas abordagens na sua elaboração, execução e análise, enquadrando-as às exigências contemporâneas.

Assim, com base na proposta pedagógica do nono ano do ensino fundamental e do primeiro ao terceiro ano do ensino médio, foram aplicadas atividades prático-experimentais envolvendo Física nas áreas de Mecânica, Termologia, Óptica, Ondulatória e Eletricidade, baseadas em sugestões do material didático, de pesquisas em paradidáticos e em *sites da Internet*.

Inicialmente, houve uma tendência a utilizar atividades relacionadas com o despertar da curiosidade e orientadas para a pesquisa, entendimento e reprodução de um fenômeno científico; mas também se trabalhou o experimento na introdução de conceitos, na comprovação da teoria e/ou na aplicação do conhecimento no cotidiano, de acordo com o assunto abordado, com a necessidade ou com a disponibilidade de recursos. Houve ainda a preocupação em relacionar os conceitos de maneira interdisciplinar para a demonstração do trabalho conjunto entre as disciplinas na análise de um fenômeno ou na produção de uma tecnologia.

Por fim, com a progressão cognitiva dos estudantes, algumas situações rumaram para a apreciação crítica dos eventos envolvidos no contorno da atividade prático-experimental, exigindo que houvesse não somente uma produção pragmática, mas também um julgamento crítico baseado na concepção prévia em confronto com conteúdo apresentado, levando a uma definição mais conclusiva e, posteriormente, ao aprendizado.

4.3. Metodologia utilizada na aplicação das atividades práticas

Há um número considerável de experimentos em literatura mais recente sugeridos em livros, apostilas e *sites* na *Internet*. No entanto, muitos deles não trazem as orientações necessárias para que a atividade experimental seja completamente explorada ou como proceder em casos onde o experimento eventualmente não funcione. Isso pode causar certo receio e afastar professores das atividades experimentais.

Portanto, os exemplos de atividades prático-experimentais escolhidas oferecem pouca dificuldade tanto no relacionamento com o conteúdo teórico abordado, quanto no levantamento e aplicação do material utilizado. Além disso, por meio de arguição oral durante sua aplicação, foi possível fazer com que os estudantes participassem mais do processo de ensino-aprendizagem e abrisse caminho para questionamentos que geralmente não acontecem numa aula meramente expositiva, avaliando o nível de conhecimento prévio, a capacidade de raciocínio e análise de resultados dos estudantes para posterior formulação de hipóteses, tomadas de decisão e aplicação do conhecimento adquirido, levando-os rumo ao aprendizado significativo.

As atividades prático-experimentais foram aplicadas em grupo ou individualmente, de acordo com a necessidade ou a possibilidade de execução sendo que, no primeiro caso, além do desenvolvimento das propostas, observaram-se, em consequência do trabalho coletivo, resultados positivos em quesitos fora do âmbito da pesquisa como: o compartilhamento de dados; a tomada de decisões e a criatividade na resolução de problemas que constituíssem empecilho ao sucesso da atividade.

A ponderação sobre os resultados obtidos com os estudantes se deu por meio das avaliações escritas tradicionais, representações verbais de aplicação no cotidiano, da participação efetiva no processo de ensino-aprendizado e de relatórios de atividade (exemplificados no apêndice D).

Nas avaliações escritas verificou-se o percentual de aprendizado das questões que possuíam nexos com as experimentações em comparação com as que não tinham quaisquer ligações com as práticas. Já as representações verbais serviram como base para analisar o quanto os experimentos foram significativos ao estudante na aplicação do conceito em seu cotidiano de forma direta ou indireta. A sua postura participativa mediu o nível de interesse quanto ao conteúdo proposto e, por fim, os relatórios avaliaram a capacidade de entendimento e organização na forma de aprendizado do conteúdo trabalhado no formato de práticas-experimentais.

4.4. Descrição das atividades aplicadas

A seguir são expostos alguns experimentos, separados em tópicos, os quais procuram introduzir, aplicar ou estimular o conhecimento teórico, além de apontar algumas curiosidades e apresentar as conclusões obtidas em cada caso, destacando algumas discrepâncias entre grupos da mesma série, e até da mesma sala, e explicitando as características que individualizam cada turma e cada estudante.

4.4.1. Mecânica

Inegavelmente, a Mecânica Clássica ocupa grande parte do programa de ensino de Física e um dos primeiros tópicos abordados no início do ensino médio é a Cinemática, provavelmente devido à introdução de funções no ensino de Matemática e à facilidade de se exemplificar situações que envolvam o movimento. Muito tempo é dedicado ao estudo desse tópico, principalmente ao movimento retilíneo uniforme, mas os resultados nem sempre acompanham o tempo despendido.

Há sempre um excesso na exigência da matematização do fenômeno e o aprendizado se torna mecânico, com repetições de exercícios que abstraem o conteúdo com fórmulas que pouco exploram a realidade das situações e não expõem dúvidas quanto à interpretação dos resultados ou conduzem à reflexão sobre os dados que envolvem o problema proposto, como: a forma como se obtêm os dados, os aparelhos usados na obtenção das grandezas e a relação entre as unidades de medida.

Então, a atividade escolhida tenta minimizar essas omissões e despertar o senso crítico dos estudantes no estudo de cinemática, como também levá-los à aplicação do conhecimento em seu cotidiano.

a) Calculando a velocidade média:

Um experimento proposto para esse tópico é o cálculo da velocidade média, realizados com turmas do nono ano e primeiro colegial. O objetivo geral foi calcular a velocidade média de um móvel por meio da distância percorrida num determinado intervalo de tempo, após seu estudo teórico em sala de aula. O objetivo específico foi aplicar o conhecimento teórico de cinemática na prática, colocando os estudantes em contato direto com aparelhos de medida de tempo e espaço, levando-os a fazer aferições, avaliando sua criatividade nesse processo; trabalhar as unidades de medida e conversões que possam

acontecer; usar a linguagem correta para cada grandeza, verificar a sua classificação em escalar ou vetorial e estudar a importância da adoção de uma referencial.

Assim sendo, os estudantes efetuaram medições da velocidade média entre dois pontos, conforme a figura 24, de uma pessoa andando calmamente e depois correndo o máximo possível.

Figura 24: Estudantes calculando a velocidade média de: (A) uma pessoa andando e (B) uma pessoa correndo.



Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Durante a experimentação, procurou-se utilizar frequentemente os nomes e unidades de medida das grandezas físicas sob análise, na intenção de relacioná-las aos aparelhos de medida e direcionar sua aplicação fazendo com que os estudantes pudessem fazer associações com o uso desse conhecimento em seus cotidianos.

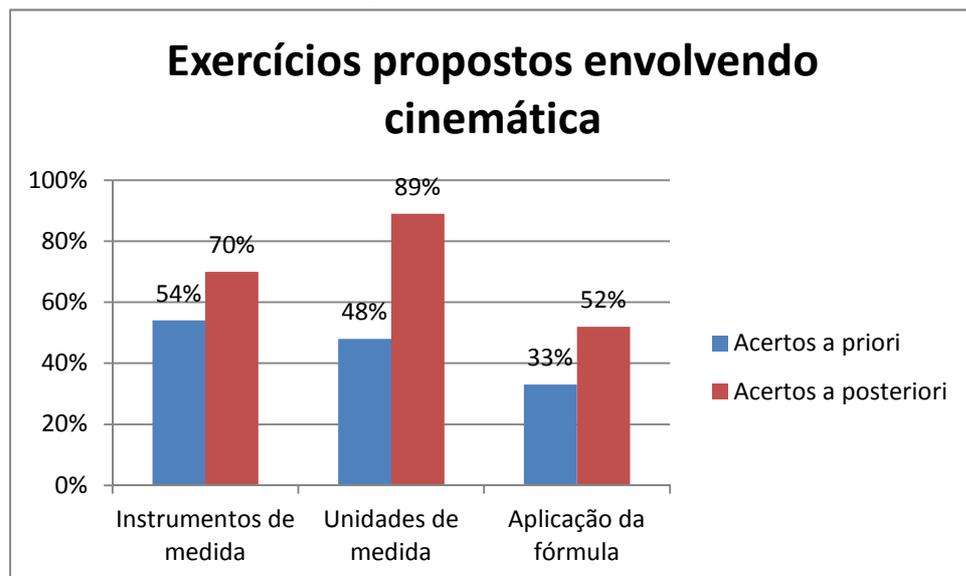
Dessa forma, pôde-se observar que:

- 1) Há estudantes que nunca utilizaram qualquer instrumento de medição de espaço seja por exigência, necessidade ou por pura curiosidade. Então, durante a experiência, foi comum vários grupos apresentarem falta de manejo ao usar seus aparelhos. As dúvidas mais comuns, surpreendentemente, estiveram relacionadas à como medir espaços que fossem superiores ao comprimento da fita ou da trena usada na medição e quanto à qual escala deveriam usar, já que apresentavam unidades diferentes (metro e polegada);

- 2) Como estavam acostumados a fazer exercícios em sala de aula apenas com números exatos, ou no máximo decimais exatos, alguns grupos tiveram dificuldades em trabalhar com números não inteiros e fazer as aproximações cabíveis;
- 3) Apesar dos estudantes fazerem uso de unidades de medida de tempo, espaço e velocidade em seu cotidiano, verificou-se pouca habilidade em associá-las às suas devidas grandezas nas formulações Físicas em exercícios propostos. No entanto, ao manusearem os instrumentos de medida, pôde-se notar, por meio dos relatórios de atividade, melhor habilidade ao relacionar grandezas e unidades de medida durante as formulações matemáticas em suas conclusões escritas.

Cumprida a atividade, estruturou-se o gráfico da figura 25, com base nas informações obtidas a partir da aplicação de exercícios propostos realizados por 132 estudantes, antes e depois da realização da prática, de modo a verificar o impacto da atividade experimental no desenvolvimento do aprendizado, comparando estes resultados com base no rendimento destes na associação entre grandezas e instrumentos utilizados para obtê-las; na relação entre grandezas e unidades de medida e na aplicação matemática dos dados obtidos na leitura do enunciado.

Figura 25: Resultado dos acertos dos estudantes em exercícios propostos a priori e a posteriori da realização da atividade prática envolvendo Cinemática.



Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Por meio das barras comparativas de desempenho a priori e a posteriori nota-se uma evolução significativa dos estudantes na capacidade de interpretação e entendimento da situação e dos dados fornecidos pelo exercício proposto, após a experimentação. Anteriormente à pragmatização da situação cinemática, mesmo 54% dos estudantes demonstrando certo conhecimento do uso dos aparelhos de medição, apenas 48% eram capazes de fazer o relacionamento entre as grandezas físicas e suas respectivas unidades de medida. A explicação para isto pode estar no fato de que quase nenhum dos exercícios propostos aplicados relacionou a grandeza com seu aparelho de medição, sendo fornecidos apenas os valores modulares. Então, com a determinação dos dados a partir da medição palpável ao estudo, verificou-se um aumento na habilidade de associação, tanto no que se refere aos aparelhos de medição quanto no que faz menção ao uso de grandezas e unidades de medida.

No entanto, o desenvolvimento matemático da equação ainda compromete a resolução final, uma vez que não houve previsão em se tratar especificamente deste fato na realização da prática, onde a prioridade esteve ligada à interpretação do fenômeno. Mesmo assim, após a prática, houve avanço no que concerne à aplicação da Física e sua abrangência no fenômeno sugerido no exercício proposto, o que propiciou maior estímulo aos estudantes para que, pelo menos, tentassem resolvê-lo. Isto gerou maior participação em sala de aula e especificou as dúvidas em torno do desenvolvimento da equação matemática, facilitando o processo de ensino-aprendizagem, uma vez que são raras as manifestações discentes no período de estudo deste tópico.

4.4.2. Termologia

Os experimentos a seguir foram aplicados a 23 estudantes do 2º colegial, como complemento às aulas expositivas, e a 20 estudantes do 3º colegial, a título de revisão. Em cada caso buscou-se fazer a associação do conteúdo teórico com a aplicação prática através do levantamento das concepções dos estudantes acerca das causas e consequências de cada fenômeno e da associação com o seu cotidiano próximo, da forma mais espontânea possível.

a) Movimento browniano

Por meio do simulador *States of Matter* do site *PhET*, mencionado no capítulo III, foi feito o estudo teórico e a definição do conceito de temperatura. Então, considerando

que a temperatura está relacionada à velocidade dos átomos que compõem a matéria, pudemos afirmar que quanto maior a temperatura, maior será a movimentação atômica e vice-versa, mas registraram-se algumas ressalvas entre os estudantes, já que não tínhamos até então uma comprovação prática.

O experimento do movimento browniano procurou demonstrar este conceito na experimentalmente ao possibilitar a visualização do movimento natural de partículas num fluido líquido (figura 26).

Figura 26: Aplicação do experimento do movimento browniano, atestando o movimento dos átomos numa amostra líquida.



Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Com isso, averigou-se o alcance da teoria e da apresentação de conceitos em *softwares* quanto às necessidades exigidas para o aprendizado. Algumas aplicações práticas, principalmente quando permitida a ação direta dos estudantes, contribuem decisivamente para a fixação do conteúdo e aplicação do mesmo, como aconteceu nesse caso. A partir da experimentação foi possível descrever o mesmo fenômeno previsto no simulador, porém, de uma maneira que foi ao encontro das necessidades de alguns estudantes para que pudessem fazer parte de seu repertório cognitivo.

b) Calor específico da água

O experimento da figura 27 garantiu bons resultados tanto ao despertar a curiosidade pelo fato do balão não estourar em contato com o fogo, quanto na associação direta a fenômenos observados no cotidiano, como pode ser notado nas citações adiante.

Figura 27: Demonstração do alto calor específico da água.



Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Como a teoria acerca do calor específico da água já havia sido estudada, o experimento conduziu à aplicação prática do conceito, explorando o conhecimento prévio dos estudantes e o quanto do aprendizado constituiu-se em significado à sua estrutura cognitiva. Os exemplos de aplicação citados pelos estudantes foram: aquecimento em banho maria; cozimento de alimentos e aquecimento de água em lonas ou sacolas plásticas, usado em acampamentos, o que levou a uma interessante conversa sobre suas práticas cotidianas e *hobbies*, descontraindo a aula e aproximando os estudantes por meio da participação em sala.

Neste experimento, além de trazê-los para a participação ativa no processo de ensino- aprendizagem, também se levou à discussão crítica sobre a importância da água na regulação da temperatura do ambiente e na formação de fenômenos naturais, como a dinâmica da atmosfera, como a importância das chuvas na caracterização do clima de um local. Estes comentários foram raramente observados na apresentação teórica ou na resolução de exercícios propostos, devido à especificidade de tais recursos. Por isso, sua aplicação criou novas opções para o estudo do tema através da troca de informações e aplicação do conceito.

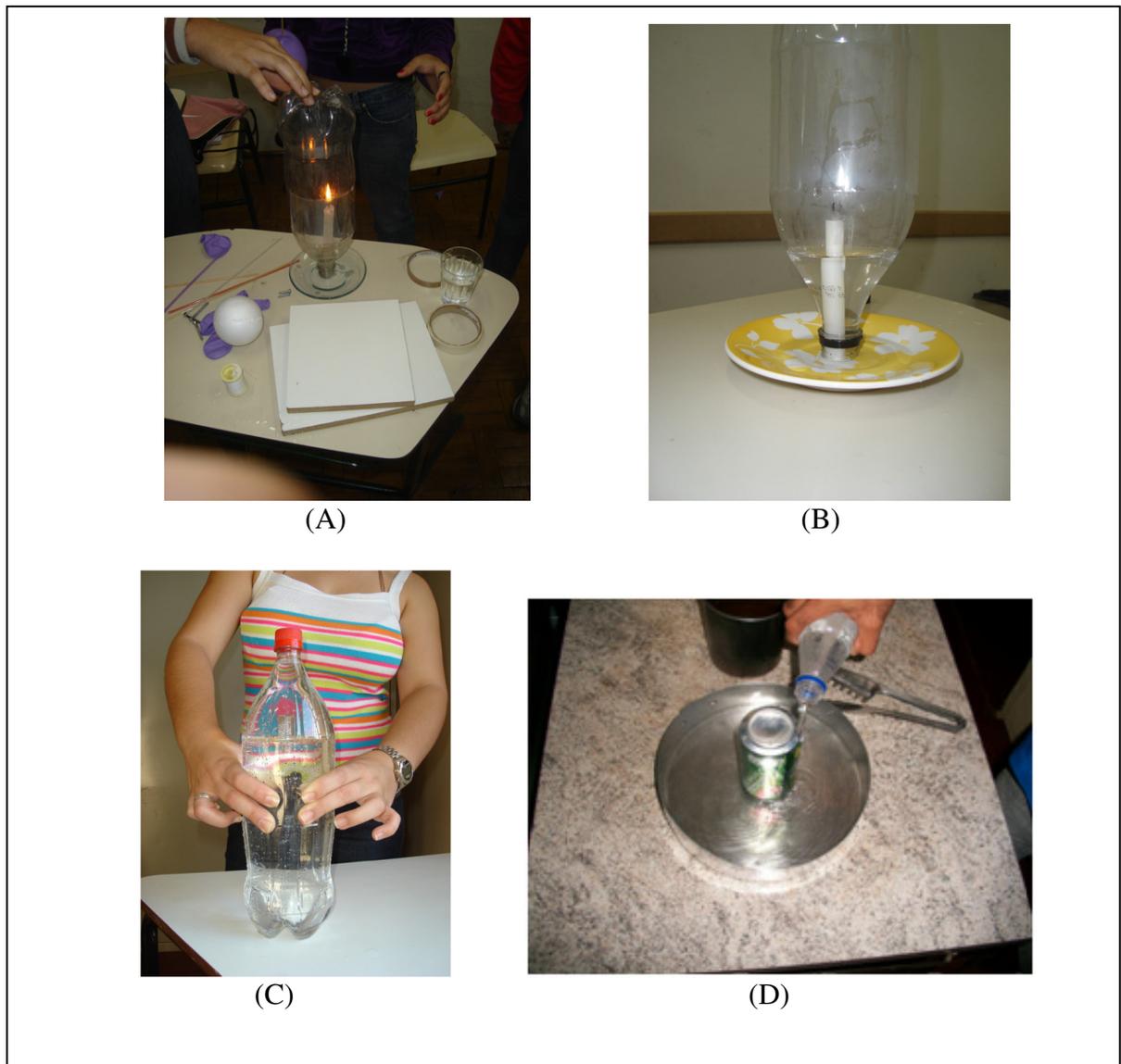
c) Lei Geral dos Gases

No estudo da Lei Geral dos Gases, os experimentos ilustraram cada uma das transformações gasosas e dirigiram os estudantes para a aplicação do conhecimento teórico adquirido, de modo a verificar a qualidade do processo de ensino-aprendizado por meio da importância significativa dos conceitos ao serem transportados para aplicação prática.

A partir de experimentos onde os resultados não podiam ser previstos antes de sua realização, exigiu-se a absoluta concentração dos estudantes para que fosse possível relacionar os conceitos teóricos às fases de execução da prática e conduzir ao entendimento dos pormenores que levaram às observações finais. Dessa forma, procurou-se fazer a associação de cada experimento às situações encontradas no cotidiano, estabelecendo o relacionamento necessário às conexões cognitivas dos estudantes que conduzissem à transformação das informações em aprendizado significativo.

A figura 28 ilustra as transformações isométrica, isotérmica e isobárica apresentadas em cada experimento. No experimento das figuras (A) e (B) procurou-se demonstrar a transformação isométrica e sua análise se deu a partir de indagações feitas aos estudantes pelo professor acerca dos fatores verificados desde quando a vela foi acesa até o momento em que a água se estabilizou dentro da garrafa. Já na prática ilustrada em (C) estudou-se as características que a levaram a ser classificada como isotérmica e a variação da pressão e do volume no movimento da ampola dentro da garrafa cheia de água. Por fim, na figura (D) levou-se à discussão o fato da lata se contrair ao ser esquentada e depois submetida a um banho com água gelada, revisitando conceitos de Dinâmica associados à Termodinâmica.

Figura 28: Experimentos de aplicação das transformações térmicas: isométrica mostrando que, com a variação da pressão interna (A), a água adentra a garrafa (B); isotérmica, com relação à variação da densidade (C) e isobárica, evidenciando a força aplicada pela atmosfera com a variação da temperatura da lata (D).



Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Antes de exemplificar a aplicação cotidiana dos experimentos, notou-se que os estudantes demonstraram bom conhecimento ao aplicar os conceitos e a formulação da Lei Geral dos Gases, conforme a aplicação experimental e os dados mencionados no capítulo III, no entanto, ao fazer a correspondência com suas experiências pessoais, não houve menções que caracterizassem satisfatoriamente os fenômenos observados nas práticas.

Então, coube ao professor direcionar sua aplicação. Mesmo assim, ainda avalia-se a aplicação experimental como um fator importante para o aprendizado significativo, já que, depois de feitas as considerações necessárias, os estudantes

demonstraram apropriar-se das informações para seu arcabouço cognitivo, situação verificada nos exercícios propostos, nas avaliações e na participação em sala de aula.

Outro fato positivo observado foi a comunicação entre conceitos físicos, como na figura 28 (C), onde a aplicação da prática permitiu o estudo do funcionamento dos submarinos por meio do protótipo confeccionado. Dessa forma, considerações sobre Hidrostática também puderam ser trabalhadas, mesmo que superficialmente, porém, de maneira qualitativa.

4.4.3. Óptica geométrica

Por vezes, a Óptica Geométrica baseia-se exclusivamente na análise das imagens obtidas nas projeções e utiliza pouco da atividade prática. Dessa forma, a experimentação tentou contribuir para que se quebrasse essa rotina e estimulasse o aprendizado significativo ao exigir menos da apreciação artística das projeções e procurar o relacionamento com a aplicação na tecnologia atual e fenômenos do dia-a-dia, como no uso da fibra óptica, no ilusionismo em truques de mágica e no cinema. Os experimentos a seguir tratam da propriedade ondulatória da luz, sendo explorados os fenômenos de reflexão e refração, os quais são os mais exigidos no ensino básico. Os experimentos realizados no nono ano e 3º colegial funcionaram como complemento do estudo teórico e procuraram orientar a aplicação desses conceitos.

a) Multiplicação de imagens e reflexão total

A figura 29 ilustra a experiência da formação de imagens e sua multiplicação a partir dos ângulos notáveis formados entre espelhos planos. No experimento teve-se a intenção de pôr em prática os conhecimentos matemáticos dos estudantes e a capacidade de formular seus resultados, bem como elucidar situações encontradas em truques de mágica e na produção cinematográfica.

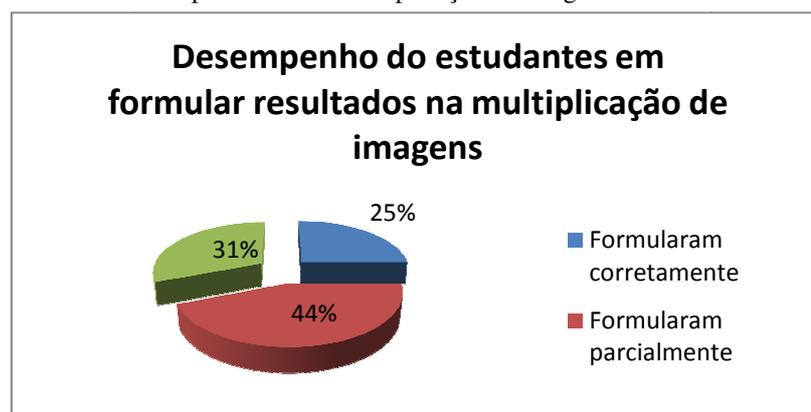
Figura 29: Estudo matemático da multiplicação de imagens e das propriedades da reflexão.



Fonte: Figura elaborada pelo autor.

A partir das observações da prática, os estudantes foram solicitados a formular uma equação para a produção de imagens entre dois espelhos. A figura 30 traz o desempenho de 09 estudantes do nono ano e 63 do ensino médio, divididos em 16 grupos para esta atividade, a qual foi realizada separadamente no Colégio Objetivo e no Polivalente.

Figura 30: Desempenho dos 16 grupos de estudantes na matemetização dos resultados obtidos no experimento de multiplicação de imagens.



Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Dentre os grupos que formularam parcialmente a equação, o erro mais comum foi não subtrair o objeto do total de observações. Apesar de muitos grupos não formularem

corretamente a equação, observou-se uma análise qualitativa destes quanto ao aumento de imagens em função da diminuição do ângulo entre os espelhos, notando que conforme o ângulo diminuía o número de imagens aumentava. Também foram registrados argumentos de avanço no entendimento das leis da reflexão devido ao esclarecimento de conceitos como raio incidente, raio refletido e reta normal, assim como a exemplificação mais concreta de uma situação coplanar entre essas retas. Ainda é digno de nota o grande empenho demonstrado pelos estudantes em determinar a equação, em comparação com a resolução de exercícios propostos, quando nem sempre se verifica tal engajamento.

Além disso, houve relatos dos estudantes de que uma equação obtida dessa maneira passou a “fazer mais sentido”. Assim, considera-se que houve transmissão de significado ao conteúdo assimilado, o qual pôde ser convertido em aprendizado ao ser posto em prática. Isso mostrou que determinadas situações estimulam mais os estudantes à busca de uma solução para uma necessidade que outras mais tradicionais, que se mostram tediosas em comparação às atividades experimentais.

O conceito de reflexão total foi estudado na aplicação da fibra óptica por meio da construção do protótipo ilustrado na figura 31. A curiosidade conduziu o aprendizado a partir da participação dos estudantes e da exploração de seu conhecimento prévio, aliados às informações teóricas ministradas inicialmente.

Figura 31: Exemplificação da reflexão total no uso da fibra óptica.



Fonte: Figura elaborada pelo autor.

A surpresa observada em alguns estudantes durante a prática, como o fato da luz “curvar-se” no filete de água, demonstrou que o conhecimento não havia se consolidado somente com a apresentação teórica, exigindo uma situação de mais fácil compreensão ou que se encaixasse com maior eficiência entre as necessidades prioritárias de seu aprendizado.

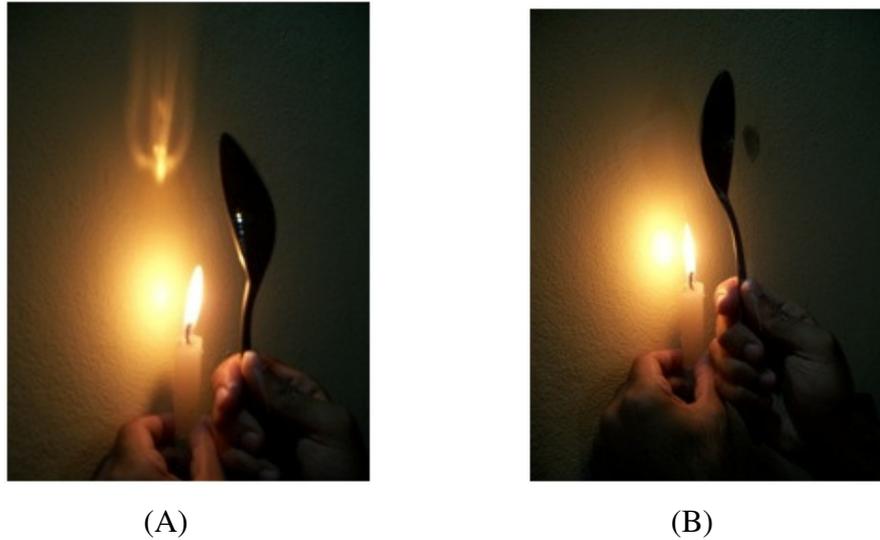
b) Projeção de imagens em espelhos curvos e na câmara escura

No estudo teórico sobre espelhos curvos e lentes foi visto que é possível obter imagens reais e virtuais, sendo as primeiras projetáveis e as últimas não. No entanto, esta possibilidade de projeção não ficou clara para muitos estudantes, que afirmaram não ser capazes de interpretar as características da imagem a partir do desenho esquemático. Assim sendo, procurou-se relacionar a teoria com a atividade prática em cada ocasião. Inicialmente, a experimentação seria usada apenas a título de demonstração, levando em conta que os fenômenos a serem observados eram previstos teoricamente nos exercícios propostos. No entanto, ela se revelou fundamental no entendimento de conceitos tidos como corriqueiros e completamente compreensíveis no âmbito cognitivo abstrato dos estudantes, quando se considerava que apenas a exposição teórica e modelos de projeção dos pontos conjugados seriam suficientes para o aprendizado, sendo a prática somente a comprovação do conteúdo abordado, como, por exemplo, demonstrando o que são imagens reais e virtuais, direitas e invertidas.

Durante os exercícios em sala de aula, notou-se muita dificuldade em caracterizar a imagem em direita ou invertida por meio da projeção dos desenhos, mesmo entre os estudantes que normalmente não apresentam dificuldades de aprendizado. Isso se constituiu em um obstáculo para a evolução do conteúdo, uma vez que o que não era completamente entendido não podia ser fixado.

Na demonstração prática foi utilizada uma colher para a reflexão da imagem de uma vela acesa em suas faces côncava e convexa, aplicando os conceitos teóricos e concretizando os conceitos das leis da reflexão (figura 32).

Figura 32: Estudo das imagens formadas em espelhos curvos (A) – real (projetável) e (B) – virtual (não projetável).



Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Quando se utilizou a face côncava, verificou-se a formação de uma imagem invertida na parede (A), o que não ocorreu com a face convexa (B). Segundo relato dos estudantes, isso elucidou melhor o que seriam imagens reais (invertidas) e virtuais (direitas), contribuindo consideravelmente nos novos exercícios sobre caracterização das imagens através da projeção.

No caso da refração, o problema estava em como apenas imaginar imagens reais e virtuais produzidas por lentes. Assim sendo, confeccionou-se uma câmara escura (figura 33), com a qual os estudantes produziram imagens reais e virtuais, que tiveram suas características analisadas conforme variavam a distância do objeto à lente. Além de esclarecer o conceito, a experimentação permitiu criar analogias envolvendo a óptica da visão, em parceria com o professor de Biologia, promovendo a interdisciplinaridade.

Figura 33: Câmara escura usada para a análise das imagens projetadas a partir de uma lente biconvexa.



Fonte: Figura elaborada pelo autor.

4.4.4. Ondulatória em aparelhos acústicos

Analisando o funcionamento dos instrumentos acústicos os estudantes foram transformados em protagonistas no processo de ensino-aprendizado como condutores do conhecimento, uma vez que foram os responsáveis pela execução dos aparelhos musicais, cabendo ao professor apenas a orientação da aplicação teórica da Física.

Nos instrumentos foram estudados como se obtêm os acordes musicais, a diferença entre tom e notas musicais; qual a importância e como funciona a caixa acústica e a distinção entre os materiais utilizados para a produção das cordas, membranas e tubos de acordo com sua função, caracterizando o timbre.

O fato de conduzir a atividade juntamente com o professor, colocando o estudante em posição de destaque no processo de aprendizado, principalmente quando se considera casos onde os estudantes são mais versados no assunto que o próprio docente, foram observados bons resultados no que tange à participação e apreensão da atenção o que levou, por conseguinte, à diminuição da indisciplina durante a abordagem do conteúdo. A participação mútua levou a resultados consideráveis de aprendizado tanto para os estudantes, quanto ao professor, verificados pelos relatos verbais durante e após a atividade, provando que nem sempre o docente deve ser o polo provedor do conhecimento.

4.4.5. Eletromagnetismo

Mesmo sendo relativamente recente na história da humanidade, a eletricidade ocupa um lugar de extrema importância e desperta muita curiosidade entre os estudantes. Apesar dos fenômenos eletrostáticos estarem presentes no cotidiano, muito do que desperta a atenção dos estudantes está relacionado à eletrodinâmica. A função e o funcionamento dos componentes de um circuito cativam os estudantes e geram muitas dúvidas, as quais estão baseadas em conceitos prévios alternativos que nem sempre condizem com a realidade científica, conforme visto no uso de TICs e OAs do capítulo III. Com isso em mente, procurou-se verificar dentro das atividades práticas, como essas concepções foram formuladas e como são aplicadas no cotidiano dos estudantes de modo a entender como podem influenciar no aprendizado escolar.

a) Processos de eletrização

Na introdução à Eletrostática os estudantes praticaram as eletrizações utilizando balões de festa, canudinhos de refrigerante e bolinhas de isopor (figura 34).

Figura 34: Estudantes demonstrando processos de eletrização.



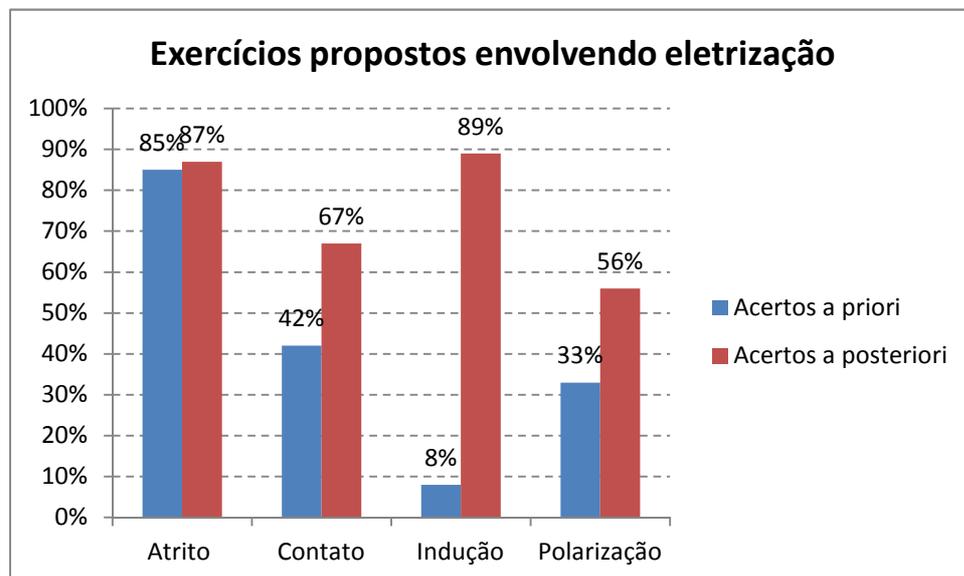
Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Estes experimentos serviram para estudar as concepções dos estudantes acerca das explicações para os fenômenos e verificar o quanto do seu conhecimento corresponde às exigências para se alcançar o aprendizado.

Além dos experimentos, realizou-se uma dinâmica com 20 grupos de estudantes do terceiro colegial e terceiro EJA simulando os processos de eletrização, os quais foram selecionados aleatoriamente, usando seus colegas para representar os portadores de carga. Esta dinâmica pôs à prova os conhecimentos relativos à estrutura do átomo antes e depois da eletrização, como também as minúcias que caracterizam cada procedimento.

Assim, pôde-se analisar o quanto do aprendizado se classificava como significativo e onde estavam as falhas no processo de ensino. A figura 35 traz os resultados da avaliação em exercícios propostos de 95 estudantes, com dados obtidos antes das dinâmicas (acertos a priori) e depois delas realizadas (acertos a posteriori).

Figura 35: Resultados da avaliação de 95 estudantes do terceiro colegial sobre os processos de eletrização considerando dados antes e depois das atividades práticas.



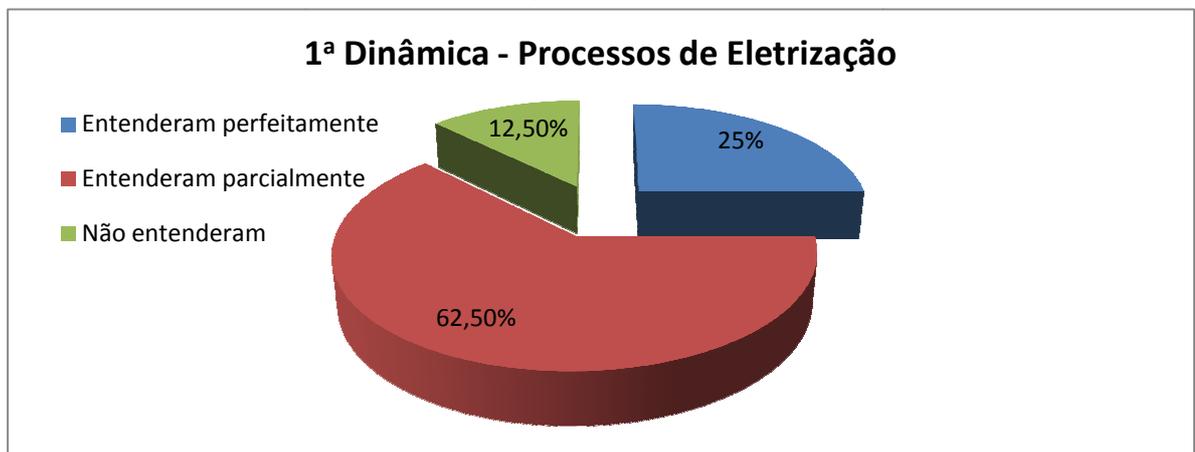
Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Por meio da interpretação da figura, percebe-se que a eletrização por atrito foi consideravelmente entendida tanto antes, quanto após a atividade, sendo que esta última contribuiu para a fixação do conteúdo, resultando num aumento dos acertos a posteriori. Quanto às dinâmicas que utilizaram as eletrizações por contato e indução e o efeito de

polarização, observou-se melhora no resultado em exercícios propostos em sala de aula em relação aos mesmos aplicados a priori ao exemplificar as conjecturas previstas para cada fenômeno, como a transferência exclusiva de elétrons entre os corpos.

Através da dinâmica, constatou-se em relação à configuração eletrônica do átomo antes, durante e depois da eletrização, que poucos estudantes entenderam completamente o processo envolvido na variação do número de portadores de carga ao eletrizar a matéria, conforme apresentado na figura 36.

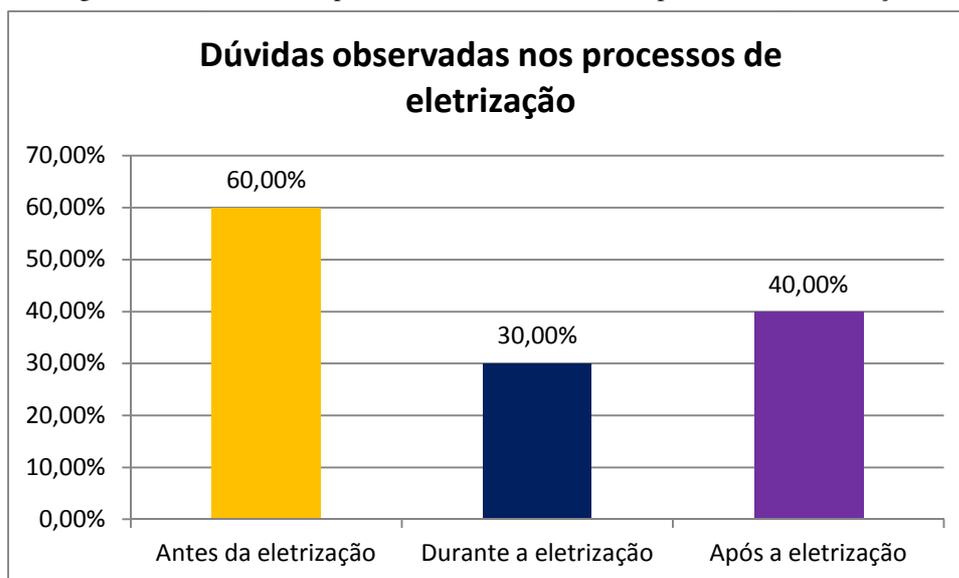
Figura 36: Resultados do aprendizado após a primeira dinâmica sobre processos de eletrização antes, durante e depois do fenômeno.



Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Dentre os estudantes que apresentaram aprendizagem parcial após a dinâmica, averigou-se que a maioria das dúvidas concentrou-se na configuração eletrônica antes e depois da eletrização, como podemos ver na figura 37.

Figura 37: Resultado do aprendizado sobre as fases dos processos de eletrização.

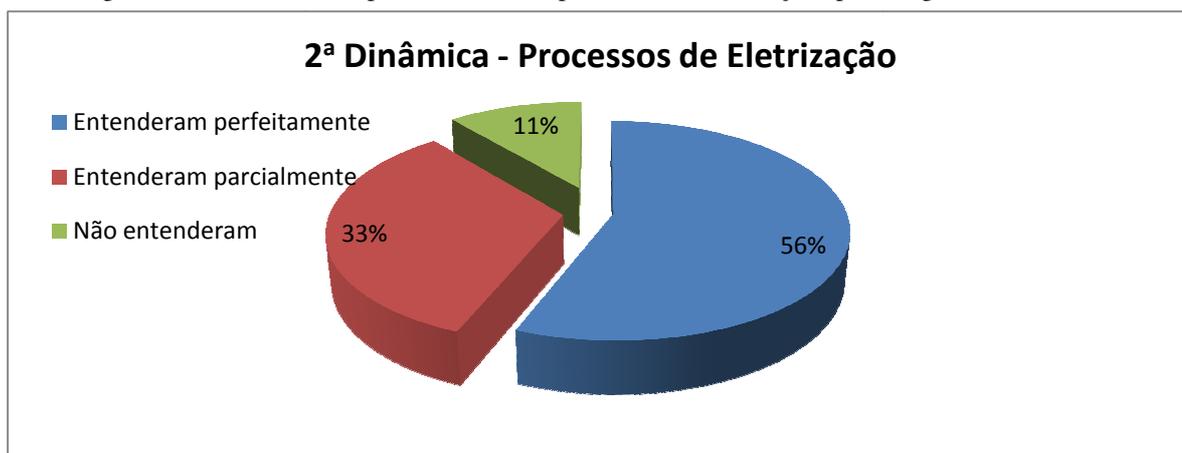


Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Assim sendo, foram concentrados esforços em esclarecer melhor como é a constituição eletrônica antes do processo de aquisição de carga e como se define a configuração final.

A partir de uma nova dinâmica chegou-se aos dados que compõem a figura 38.

Figura 38: Resultados do aprendizado sobre processos de eletrização após a segunda dinâmica.



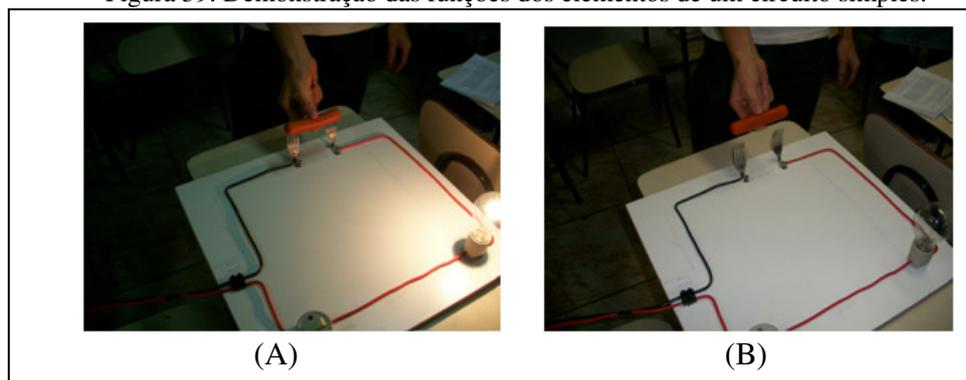
Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Segundo relatos dos estudantes, a dinâmica e as experimentações constituíram maior estímulo ao estudo e aprendizado que os exercícios propostos, principalmente dentre os estudantes do EJA, por trabalhar menos o caráter matemático e priorizar o lado qualitativo do conteúdo. Também se percebeu maior interesse e participação dos estudantes na preparação das práticas e na realização da dinâmica em relação à resolução dos exercícios em sala de aula.

b) Circuitos Elétricos

O experimento da figura 39 verificou a função dos elementos de um circuito simples, em complementação ao que fora estudado em aula expositiva com demonstrações no simulador *Circuit Construction kit (AC + DC)*, citado no capítulo III.

Figura 39: Demonstração das funções dos elementos de um circuito simples.



Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Nesta atividade examinou-se o efeito Joule, o qual não foi possível ser observado no simulador. Na análise do circuito, os estudantes foram indagados quanto aos efeitos observados na lâmpada e na salsicha que fechava o circuito, levando a refletir quanto à condução de carga elétrica e seus efeitos. Dentre as considerações feitas pelos estudantes, destacam-se as da tabela 10.

Tabela 10: Conceitos comuns aos estudantes sobre os componentes de um circuito elétrico e sua função no sistema, evidenciando características que não puderam ser observadas no simulador *Circuit Construction kit (AC + DC)*, citado no capítulo III.

Conceitos comuns aos estudantes sobre componentes de um circuito simples e suas funções
A salsicha é feita de carne e é condutor de eletricidade, logo o corpo humano é também um condutor.
Ela (salsicha) funciona como uma chave no circuito, ligando e desligando o sistema.
O aquecimento da salsicha é devido à resistência elétrica.
O filamento da lâmpada também aquece por ser resistente à passagem de carga elétrica.
Conforme a salsicha esquenta, o brilho da lâmpada diminui.

Fonte: Tabela elaborada pelo autor.

Pela análise do experimento, alguns estudantes deduziram acertadamente que a quantidade de água na salsicha estava relacionada à resistência que oferecia ao circuito, que ao diminuir fez com que a resistência aumentasse e enfraquecesse o brilho na lâmpada. Também julgaram corretamente o efeito Joule tanto na salsicha, quanto na lâmpada e argumentaram de forma crítica os usos de componentes do circuito elétrico em função do desperdício de energia, assim como visto no item 3.4.4 – c. Assim sendo, características únicas do experimento puderam ser estudadas, traçando um paralelo entre o aprendizado conduzido pelo conteúdo teórico e pelo simulador e o realizado por meio das atividades práticas.

4.5. Considerações sobre a aplicação de atividades prático-experimentais

Inegavelmente, uma aula que conta com a participação efetiva dos estudantes torna-se mais agradável e resulta num melhor rendimento do aprendizado realmente significativo. Porém, para que ocorra esta participação, é necessário que tanto professores quanto estudantes estejam motivados para inovações no processo de educação. Neste capítulo, a estimulação para tal motivação veio da aplicação de atividades prático-experimentais que traduzissem a ciência para a linguagem do mundo real. Dessa forma, os estudantes passaram a fazer parte do processo estrutural de formulação das aulas e foram colocados em contato direto com o produto de seu estudo, de modo a considerar muitas variáveis que não são postas em questão nos exercícios propostos e avaliações tradicionais, ampliando as possibilidades de aquisição de novas habilidades e competências.

No entanto, assim como mencionado nos capítulos anteriores, há de se considerar que tal proposta demanda considerável planejamento para que se alcance os resultados pretendidos. Dessa forma, torna-se possível avaliar as concepções prévias e alternativas dos estudantes e sua capacidade de relacionamento com o novo conhecimento, o qual fora mediado pela instituição escolar.

Portanto, as atividades prático-experimentais configuraram um importante recurso destinado ao aprendizado significativo e demonstraram que podem ser aplicadas em conjunto das atividades tradicionais de educação, de forma a serem complementares na busca de um aprendizado divertido, estimulante e voltado para as necessidades da sociedade atual.

CAPÍTULO V – APLICAÇÃO DE AMBIENTES NÃO FORMAIS COMO ESTÍMULO AO APRENDIZADO

5.1. Conceitos acerca das educações formal, informal e não formal

Para que o processo de educacional alcance resultados relevantes de aprendizagem significativa e duradoura numa parcela considerável dos estudantes, se faz necessário lançar mão de metodologias que privilegiem situações facilitadoras da formação cognitiva do aprendiz, assim como as utilizadas nos capítulos anteriores. Ao se considerar a variedade cultural e as condições sociais dos estudantes, é possível encontrar importantes referenciais norteadores das técnicas educacionais mais bem orientadas para aplicação em sala de aula ou em ambientes **externos** a ela.

Nesse contexto, surgem subseções da educação de forma a personalizar as finalidades para cada tipo de processo educacional pretendido. Assim, considera-se importante fazer a seguir a distinção entre os tipos de educação: **formal**, **informal** e **não formal**; para que se entenda o balizamento das funções e objetivos de cada uma, assim como suas contribuições para a formação do conhecimento.

Na década de 1970, a educação **não formal** foi definida como antagônica à educação formal ao se considerar aspectos como estrutura programática, metodologia de abordagem aos conteúdos, tempo dedicado à aprendizagem, certificação ao final do programa, ambientes de aprendizagem, características dos indivíduos envolvidos e função junto à sociedade. Mais tarde, na década de 1990, houve uma nova definição do termo baseada em novas características como o papel complementar ao método formal e o surgimento como uma nova alternativa à obtenção do conhecimento. Nesse sentido, a oportunidade de desenvolver novas experiências escolares sobrepõe às divergências encontradas entre as duas formas educacionais.

Dentro das especificidades apresentadas em cada caso, pode-se apontar, em se tratando de **educação formal**, a sequência prévia de conteúdos, os quais são oferecidos em ambientes escolares bem definidos, a fixação do tempo para determinação das atividades e a particularização das coortes atendidas em cada momento do processo de ensino-aprendizagem. Enquanto isso, na educação não formal, há uma flexibilidade na abordagem dos tópicos, trabalhados dentro de uma estrutura e organização, mesmo esta não sendo sua finalidade. Já a educação **informal** não apresenta organização, os conhecimentos não são

sistematizados e são repassados a partir das práticas e experiências passadas, de modo a orientar o presente.

Segundo Gohn (2006), a educação formal é transmitida pelo professor; enquanto a educação informal é intermediada pela família, pelos amigos, instituições religiosas, meios de comunicação, etc. e a educação não formal é fornecida pelo “outro”, definido como o indivíduo com o qual o aprendiz interage, ou grupo a que integre. Ainda para a autora, no que se refere a fins de contorno, a educação formal é aquela que acontece em ambientes normatizados, com conteúdos e regras comportamentais definidos antecipadamente; a educação informal é desenvolvida durante o processo de socialização do indivíduo, como a família, bairro, clube, amigos, etc., sendo carregada de valores e culturas próprias, com características e sentimentos hereditários; por fim, a educação não formal é observada no cotidiano, por meio de processos de compartilhamento de experiências, sobretudo em lugares e atitudes coletivas habituais.

Quanto à finalidade de cada uma, a educação formal procura, entre outros objetivos, o ensino e aprendizagem de conteúdos historicamente sistematizados, com tempo bem determinado, local específico, pessoal especializado, organização de vários tipos, caráter metódico e, normalmente, é dividida por idade e classes de conhecimento. Além disso, na educação formal tem-se a expectativa da aprendizagem efetiva, com certificação e titulação de conhecimento que atestam os aprendizes a galgar níveis mais avançados em seu estudo. Na educação informal não há perspectiva de resultados, eles aparecem naturalmente de acordo com a evolução do discernimento dos indivíduos envolvidos. Já a educação não formal não possui objetivos a princípio. Sua finalidade é desenvolver a consciência e organização dos aprendizes para a ação coletiva, a constituição e reconstituição do conceito de realidade impressa no cotidiano, identificação do sujeito com certa comunidade, capacitação do indivíduo além da inserção no mercado de trabalho, assim como a valorização de sua autoestima.

Assim sendo, levando em conta que os tipos de educação que mais competem ao âmbito normativo escolar são a educação formal e a educação não formal, este trabalho concentrará esforços na análise das vantagens acrescidas ao método tradicional de educação quando exploradas as características complementares trazidas pelo método não formal, no que cabe às diversidades de suas concepções, por entender que a educação não formal não concorre ou substitui a formal, apenas agrega significado devido ao desenvolvimento de outras habilidades associadas à sua flexibilidade independente do currículo.

5.2. Relação entre as educações na composição do ambiente educacional

No que tange à contextualização do ensino, a Lei de Diretrizes e Bases (2010) apregoa que o ensino deve ser provido segundo o princípio da vinculação entre a educação escolar, o trabalho e as práticas sociais, ou seja, com base nos três tipos de educação. Assim sendo, o Projeto Político Pedagógico (PPP) escolar deve levar em conta a **multidisciplinaridade** e a **interdisciplinaridade**, de modo a garantir o cumprimento e bom desempenho das metas pretendidas por meio de atividades que complementem e ajudem no desenvolvimento cognitivo dos estudantes.

Dessa forma, Vasconcelos e Souto (2003) sugerem que o ensino de Ciências deve privilegiar não somente a memorização, mas também possibilitar situações que promovam a formação, ampliação e aplicação do conhecimento do aprendiz por meio da compreensão de eventos e conceitos fundamentais de forma gradativa levando à formação de uma postura crítica que permita avaliar a intervenção da sociedade no meio ambiente. Nesse sentido, a educação não formal apresenta-se como uma boa alternativa para a exploração dos Parâmetros Curriculares Nacionais (2000) e dos Temas Transversais que estruturam a educação atual, uma vez que os espaços não formais podem contribuir para a multidisciplinaridade e interdisciplinaridade na consolidação do conhecimento e agregando maior qualidade à educação.

É interessante notar que muitas vezes a educação não formal pode ser mais completa que a formal por não se ater a um currículo prévio e por não se basear no estudo fragmentado do conteúdo, muito comum nos livros didáticos que regem a educação formal. No entanto, é fundamental que a educação não formal seja aplicada apenas após um cuidadoso planejamento, de forma a garantir que seus objetivos sejam alcançados. Quando a utilização do ambiente não formal é encarada como simples excursão, a aprendizagem significativa pode ser comprometida e o conceito de ensino-aprendizagem acaba sendo completamente deturpado.

Ainda com relação aos PCN, a disciplina de Ciências deve promover a reflexão e a posterior investigação no meio onde o indivíduo está inserido, sendo este o protagonista da ação. Então, considera-se importante que o estudante tenha várias fontes de informação, aumentando as possibilidades de atender às suas necessidades, além de proporcionar situações que despertem maior interesse ao processo educacional.

A relação construída em ambientes menos normativos e que estimulem a participação, aproxima os estudantes do professor por meio da metodologia proposta, da

abordagem dos temas e conteúdos utilizando recursos diferenciados, das dinâmicas e estratégias aplicadas. Isto facilita consideravelmente o aprendizado, sendo que esta afinidade pode ser estendida, inclusive, à educação formal. De acordo com a profundidade do aprendizado verificado e do modo como a técnica pedagógica foi dirigida, é possível que aconteça a associação de significado do conhecimento escolar em relação ao cotidiano dos estudantes.

Portanto, é imperativa a aplicação de múltiplos locais de educação para que ocorra a produção e modificação de conhecimento significativo, pois a tarefa de alcançar os objetivos propostos nos PCN supera os recursos encontrados na escola formal, uma vez que a orientação é capacitar o estudante para o trabalho e para a cidadania por meio do conhecimento obtido em relações interdisciplinares. A complexidade da interação da Ciência com o mundo real não pode ser entendida se a própria Ciência não for compreendida (SANTOS, 2004).

5.3. Um exemplo de aplicação de ambientes não formais no ensino de Física

Na sequência das atividades complementares ao ensino tradicional propostas com a finalidade de proporcionar o estímulo necessário para que aconteça a aprendizagem significativa e permanente, este tópico trata da aplicação de ambientes não formais no ensino de Física a estudantes do nono ano do ensino fundamental ao terceiro ano do ensino médio, com a perspectiva de criar situações onde os estudantes sintam-se a vontade para participar do processo educacional, relacionando seus conhecimentos prévios e o aprendizado escolar aos fatos de seu cotidiano, como também obter orientações práticas e claras quanto à evolução de sua carreira acadêmica e profissional.

Para tanto, foram utilizados os ambientes¹ oferecidos pelo evento **Universidade Aberta da UFSCar**, assim como os **Centros de Divulgação Científica e Astronômica da USP**, ambos em São Carlos. Além destes, aplicou-se os conhecimentos de Física no parque temático **Hopi Hari**, próximo a Jundiaí – SP, numa mostra de educação científica, mas pautada numa atmosfera divertida e envolvente.

O uso dos espaços não formais buscou direcionar o conhecimento acadêmico para o mundo pragmático da ciência aplicada, além de proporcionar uma inovação na rotina

¹ A escolha desses lugares teve como motivo principal os recursos oferecidos frente à posição geográfica em relação às escolas sob análise, para que a maior parte do tempo da viagem fosse dedicada à pesquisa dentro dos ambientes escolhidos.

escolar com novas formas para a estrutura do processo de ensino-aprendizagem, as quais contemplaram desde o recinto físico, passando pelos recursos exclusivos até a metodologia diferenciada dos mediadores e monitores das instituições.

Cada ambiente teve suas características cuidadosamente analisadas de modo a oferecer a melhor qualidade à educação não formal apresentada e obter o maior aproveitamento possível, respeitadas as suas limitações. A seguir, há o detalhamento do estudo feito antes das visitas de pesquisa, bem como o desenvolvimento das propostas educacionais utilizadas em cada ambiente.

5.3.1. Metodologia aplicada

Conforme exposto anteriormente, é importante que a educação não formal vá ao encontro do PPP da instituição escolar pois:

- Sendo um **projeto**, exige um cuidadoso planejamento, apresentando claramente seus objetivos, os meios para obtê-los e aferi-los de modo a obter a participação efetiva dos estudantes. Esta programação leva em consideração certa sensibilidade acerca do comportamento demonstrado por cada estudante, dentro de sua turma e como esta se comporta como um todo. Assim, inevitavelmente, algumas situações podem servir como recompensa ou punição a determinados estudantes. Entende-se que a gratificação e a penalidade são atitudes passíveis de qualquer processo social, então, a educação não está livre disto. No entanto, na maioria dos casos, observou-se que os aprendizes começam a considerar mais a consciência ética desenvolvida que a moral imposta. Dessa forma, a ação aconteceu mais em virtude de um julgamento pessoal que pela pressão normativa coletiva. Então, diminui-se a necessidade de aplicar tais recursos em função do aprendizado, porque os estudantes passam a entender que há responsabilidades no processo educacional, as quais inferem em direitos e deveres tanto para instituição escolar quanto aos educandos. Com isso, agrega-se qualidade ao processo educacional, com demonstrações de bons resultados;
- O planejamento é **político** por tratar de interesses que vão além dos estudantes e do professor, envolvendo também as preocupações das instituições não formais e, principalmente dos pais e responsáveis pelos educandos. Por isso, é preciso garantir uma logística eficaz que contorne os vieses que dificultem ou impossibilitem a atividade;

- O resultado desse recurso é **pedagógico**, uma vez que oferece a oportunidade de aprendizado com a presença exclusiva do professor em ambientes que atuará como mediador para que os estudantes possam ser capazes de compor seu conhecimento.

Antes de cada visita, foram mencionados aos estudantes os propósitos e algumas características básicas de cada atividade a ser desenvolvida, de modo a se criar uma expectativa, mas sem revelar as surpresas e desafios que teriam por vir. Dessa forma, sem saber especificamente a qual tópico de Física se referia cada atividade, resguardaram-se nos estudantes as atitudes naturais frente a cada proposta, permitindo a avaliação das concepções prévias, dos conceitos alternativos e a aplicação do conhecimento adquirido, assim como atributos vinculados a sua modificação. Esta avaliação aconteceu por arguição oral no momento das atividades propostas. Nesse sentido, as visitas pedagógicas deixam de ser tão somente passeios e tornam-se valiosos recursos no processo de ensino-aprendizagem.

5.3.2. Universidade Aberta da UFSCar

O evento Universidade Aberta oferece a chance de se conhecer não só o espaço físico universitário, como também a oportunidade de uma conversa franca com professores e estudantes veteranos, o que pode influenciar na continuidade do estudo e facilitar na escolha do curso mais indicado para o estudante pretendente, quando o põe a par da rotina da graduação, das perspectivas de cada curso e do mundo do trabalho.

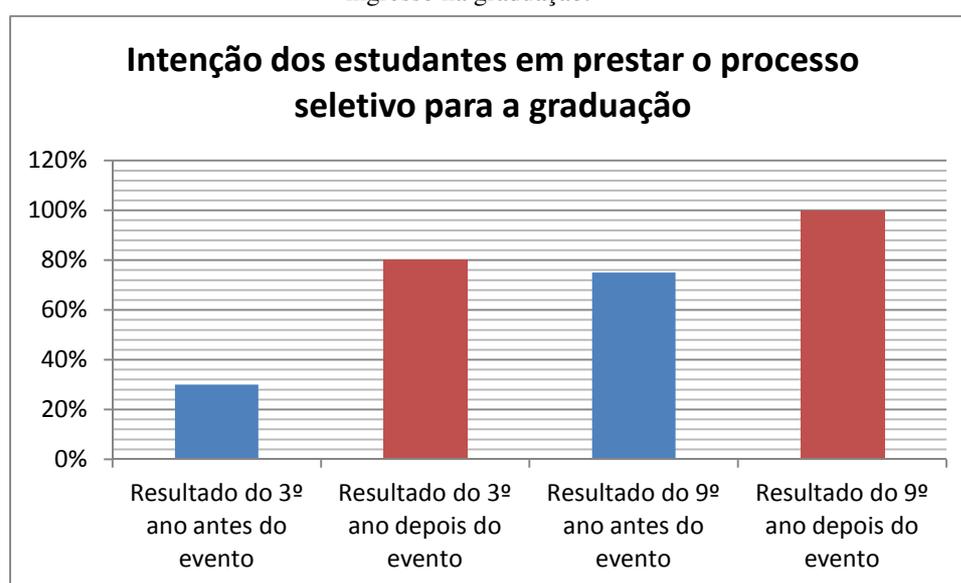
Além disso, há participação em atividades específicas que desenvolvem o intelecto por meio da curiosidade, da informação e da aplicação do conhecimento. Assim, objetiva-se aumentar a autoestima do estudante da educação básica ao colocá-lo em contato com um ambiente distinto à sua rotina, expondo todas as opções a que dispõe para se manter no processo acadêmico e apresentar as várias formas de diferenciar seu currículo durante o curso universitário.

Esta visita pedagógica foi idealizada para contemplar aos estudantes concluintes do ensino médio por se encontrarem num momento decisivo em sua vida acadêmica, porém, pondera-se que o quanto antes os demais tiverem contato com este universo, mais cedo poderão traçar suas metas e se preparar adequadamente para cumpri-las. Então, para esta atividade, também são indicadas as séries finais do ensino fundamental e todo o ensino médio.

O resultado mais interessante na aplicação deste recurso é a motivação vista nos estudantes, principalmente do 3º colegial e nono ano do fundamental, durante o ano letivo

ao expor seus sentimentos de continuar seus estudos numa faculdade ou universidade após conhecer os benefícios advindos da evolução acadêmica. A figura 40 mostra as intenções de 50 estudantes do último ano do ensino médio e 20 estudantes do nono ano do ensino fundamental em prestar processos seletivos para a graduação antes e depois de frequentar o evento da Universidade Aberta.

Figura 40: Resultado da intenção dos estudantes do 3º colegial e 9º ano em prestar processos seletivos para ingresso na graduação.



Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Numa análise mais detalhada, os estudantes do 3º colegial que não demonstravam interesse em prestar o processo seletivo alegaram falta de condições cognitivas de concorrer com estudantes de escolas particulares e não ter condições financeiras para se manter em outra cidade ou no ensino particular, o que mudou após conhecerem os programas de cotas e manutenção das instituições públicas e de bolsas e financiamento da educação privada. Já os integrantes do 9º ano alegaram não ter se decidido anteriormente por não conhecerem bem os cursos, alterando suas perspectivas após a visita.

Com base na figura 40, conclui-se que este recurso é muito válido ao proporcionar aos estudantes conhecerem o ambiente universitário e tirar suas dúvidas quanto aos cursos pretendidos, de modo a estimular e facilitar a continuidade de sua vida acadêmica.

5.3.3. Museu de Ciências da USP

A visita a museus de ciências visa apresentar aos estudantes uma atmosfera diferente do molde educacional a que estão acostumados em sala de aula. Atividades experimentais e situações ambientais que são pouco prováveis de se encontrar numa esfera puramente formal podem ser analisadas sob uma nova óptica, mediada por monitores que aplicam metodologias mais dinâmicas e descontraídas, as quais fogem do tradicionalismo mnemônico e mecânico, uma vez que as formas avaliativas do processo de aprendizagem não se prendem a provas escritas que serão, pelo menos a princípio, decisivas para a promoção acadêmica dos estudantes.

Assim sendo, observou-se uma participação espontânea na maioria dos estudantes, sem a preocupação de acertar em suas conjecturas. O mais importante passou a ser a análise da circunstância proposta e determinar suas prováveis causas e conseqüências, bem como sua relação com fenômenos observados na vida cotidiana. Então, particularidades de seu conhecimento prévio foram interligadas às informações fornecidas pelos mediadores da atividade e também às adquiridas em sala de aula, na reestruturação do novo conhecimento.

O Centro de Divulgação Científica e Cultural da USP em São Carlos (CDCC – figura 41) permitiu o estudo de conceitos envolvendo Mecânica, Óptica, Termologia e Eletricidade por meio de atividades experimentais diferentes das citadas no capítulo III, porém com associações claras aos conceitos trabalhados anteriormente, o que possibilitou avaliar o conhecimento efetivo dos estudantes.

Figura 41: Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC) da USP – São Carlos.



Fonte: www.educar.sc.usp.br – em maio de 2010.

Nos casos onde a atividade era inédita (figura 42), a composição do conhecimento se deu a partir das concepções iniciais dos estudantes e o erro foi trabalhado como forma de aprendizado aliado à experimentação, com formulação de hipóteses baseadas na aplicação prática da teoria.

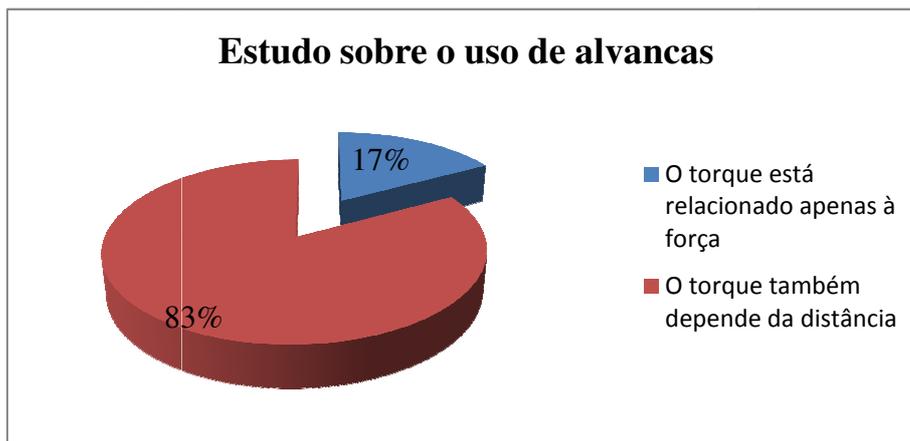
Figura 42: Atividades experimentais no CDCC – (A) Alavanca, (B) Óptica e eletromagnetismo, (C) Pressão e (D) Eletrostática.



Fonte: Figura elaborada pelo autor.

A atividade (A) trabalhou o estudo de alavancas e causou surpresas entre os participantes, quando uma pessoa “pesada” não foi capaz de elevar uma “leve”, enquanto que o contrário foi possível quando se aplicasse força numa determinada corda. Mesmo assim, por meio da experimentação, a maioria dos estudantes pôde deduzir que a elevação estava relacionada à distância de aplicação da força, conforme demonstrado na figura 43.

Figura 43: Estudo sobre o uso alavancas no CDCC – São Carlos.



Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Esta atividade foi estudada por 12 estudantes do 1º ano do ensino médio, dos quais 83% foram capazes de associar o torque não só à aplicação de força como também à sua posição ao longo da barra. Ao testarem os vários arranjos de cordas, os estudantes foram capazes de elencar instrumentos que utilizam o sistema de alavancas de acordo com suas necessidades, demonstrando interesse e conhecimento adquirido.

No experimento (B), os mesmos estudantes foram capazes de perceber que a levitação da esfera metálica se devia a fenômenos magnéticos. No entanto, somente com uma análise mais apurada, compreenderam que o campo magnético era ativado pelo feixe laser. Houve, então, a associação às aplicações práticas como o acionamento ou desativação de sistemas eletrônicos pela ação ou interrupção de feixes ópticos, como a iluminação pública e de alarmes de presença. Nesse sentido, podemos afirmar que a experimentação foi essencial para que testassem suas teorias até poderem chegar a uma explicação do fenômeno e relacioná-lo com instrumentos de seu cotidiano.

Em (C) e (D), os participantes lidaram com conceitos já estudados em sala, como variação de pressão e eletrização estática, no simulador de furacão (C) e no gerador de Van de Graaff (D). Ainda assim, somente em lugares como museus científicos seria possível

estudar esses experimentos devido à carência observada nos laboratórios escolares, além do alto valor e complexidade dos experimentos. Contudo, são demonstrações que interessam aos estudantes e, por isso, garantem o nível de atenção necessário para que aconteça a transposição de informações e a reflexão crítica dos acontecimentos, levando à argumentação que provocará mudanças na estrutura cognitiva dos estudantes.

A não linearidade na apresentação dos conceitos não causou estranheza aos estudantes, acostumados à compartimentação de conteúdos em tópicos afins muito vista no ensino formal. Pelo contrário, houve a interligação de conhecimentos na associação de conteúdos, mostrados na interpretação da figura 42 (D), e a capacidade de relacionamento entre as informações prestadas e o cotidiano próximo aos estudantes.

Tendo isto em vista, os Museus de Ciências constituem-se num importante parceiro da escola formal ao complementá-la em seu processo educacional, além de desfazer a ideia de que museus são ligados apenas objetos antigos e longe da realidade atual.

5.3.4. Observatório da USP

A visita ao observatório do Centro de Divulgação Astronômica da USP (CDA – figura 44) buscou colocar os estudantes em contato próximo com uma ciência abordada de maneira segmentada em várias disciplinas e que, na maioria das ocasiões, não evidencia as suas conexões. De forma semelhante ao que tratamos no capítulo II, colocaram-se em pauta assuntos acerca da origem e evolução do Universo, movimentos da Terra e peculiaridades de alguns astros celestes, com o diferencial do Minicurso que os monitores do CDA dispunham de maior propriedade ao lidar com o assunto e dispunham de ferramentas mais adequadas para a observação do céu como apontadores, *softwares* e telescópios.

Figura 44: Entrada do CDA da USP – São Carlos.

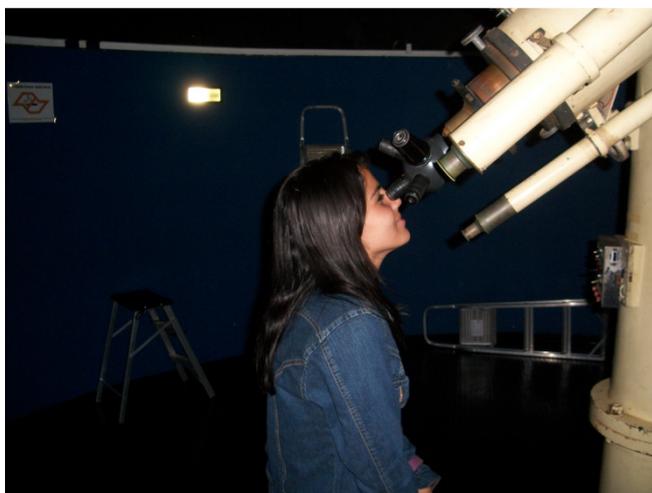


Fonte: Figura elaborada pelo autor.

A formação do dia e da noite foi estudada por meio de uma estrutura que simula os fenômenos e possibilita sua observação de vários referenciais que não somente a Terra. Dessa forma, os estudantes elucidaram dúvidas quanto às fases da Lua e os eclipses solar e lunar. Uma questão básica a ser respondida relacionava-se à maior possibilidade de eclipses lunares que solares e através experimento pôde-se estudar a relação entre os tamanhos dos astros em função da sombra gerada, assim como as posições especiais que permitem o acontecimento.

Num equipamento semelhante, estudou-se a concepção das estações do ano e as discrepâncias em cada hemisfério, mesmo estes estando voltados ao mesmo tempo para o Sol, evidenciando a importância de equipamentos específicos para facilitar a aprendizagem ao exigir pouco da abstração dos estudantes, permitindo a pragmatização. Na visita ao observatório, o uso dos telescópios (figura 45) foi o clímax da atividade e a curiosidade sobre os astros observados pautou a conversa entre os estudantes, monitores e professores participantes da atividade.

Figura 45: Estudante observando astros celestes pelo telescópio do CDA.



Fonte: Figura elaborada pelo autor.

A tabela 11 traz a análise do conhecimento sobre Astronomia, segundo dados da avaliação presente no apêndice D, comparando-o entre alguns estudantes que participaram da visita, os que estiveram no Minicurso, tratado no capítulo II, e quem não participou de qualquer atividade.

Tabela 11: Avaliação do conhecimento de Astronomia de estudantes que participaram do Minicurso, da visita ao CDA e os que não participaram de qualquer atividade.

Avaliação do conhecimento dos estudantes sobre Astronomia			
Conceito	Participantes do Minicurso (20 estudantes)	Participantes da visita ao CDA (10 estudantes)	Não participantes (20 estudantes)
Conhecem propriedades dos planetas (posição, composição e tamanho)	80%	90%	40%
Conhecem conceitos sobre constelações e estrelas (definição e importância)	60%	60%	30%
Conhecem os movimentos da Terra (formação dos dias, noites e estações)	100%	100%	60%
Conhecem corpos menores do sistema solar (são capazes de identificar asteroides, meteoroides e	50%	30%	5%

cometas)			
Aproveitamento geral	72,5%	70%	33,75%

Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Com base nos dados da tabela 11 podemos perceber que o desempenho dos estudantes que participaram das atividades é muito maior na comparação com estudantes que não participaram de algum recurso. A diferença entre os aproveitamentos do Minicurso e do CDA pode estar relacionada à ênfase dada a um assunto específico em cada caso, pois enquanto o Minicurso contou com encontros exclusivos para cada assunto, a visita ao CDA trabalhou com todos os assuntos estabelecendo uma inter-relação. No entanto, a aparelhagem e a metodologia utilizados se mostraram bastante marcantes para o aprendizado dos estudantes, conforme verificado na pós-pesquisa avaliativa da tabela acima.

Isto corrobora com os pontos positivos acrescidos à educação formal ao aplicarem-se recursos como a visita pedagógica, principalmente quando pode aliar diversão a temas que despertam curiosidade, mas não recebem tanta atenção dentro da educação tradicional.

5.3.5. Hopi Hari

A pesquisa ocorrida no parque temático Hopi Hari aconteceu com 30 estudantes do ensino médio, acompanhados de dois professores da própria escola, sendo um da disciplina de Química e o outro de Física, e dois monitores do parque. Este recurso teve a intenção de colocar os estudantes frente à Física aplicada voltada à diversão, demonstrando conhecimentos que foram abordados teoricamente e com o auxílio de protótipos nas atividades experimentais, de acordo com o que fora discutido no capítulo III, e verificar o entendimento dos estudantes ao lidarem com situações autênticas.

Antes de cada participação, fez-se uma ponderação a respeito das concepções prévias dos estudantes e seus conceitos alternativos quanto ao funcionamento do experimento e os efeitos biológicos sofridos durante a participação. Dentro do âmbito da pesquisa, foram analisados conceitos de queda livre, forças e fenômenos ondulatórios, os quais serão comentados individualmente nos tópicos a seguir.

a) La Tour Eiffel

O equipamento da figura 46 é um elevador que leva os participantes a uma altura de 69,5 m, numa velocidade ascendente de 5 m/s e permite atingir uma velocidade de 94 km/h em queda livre.

Figura 46: Torre Eiffel do parque temático Hopi Hari.



Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Antes da atividade no brinquedo, levantou-se o conhecimento dos estudantes sobre queda livre de corpos de massas diferentes (figura 47). Ao serem questionados sobre qual corpo chega primeiro ao chão, quando soltos da mesma altura e no mesmo instante, muitos estudantes ainda responderam que o corpo mais pesado chega primeiro.

Figura 47: Monitor do Hopi Hari faz o levantamento do conhecimento prévio dos estudantes sobre queda de corpos de massas diferentes, soltos da mesma altura e ao mesmo tempo.



Fonte: Figura elaborada pelo autor.

A partir desta convicção, a atividade foi preparada para que os estudantes fossem elevados segurando copos com água (figura 48) e durante a queda observassem o comportamento do líquido em relação aos seus próprios corpos. Durante a queda, por uma diferença de pressão causada pela passagem rápida do ar na borda do copo, a água saiu, porém, estabilizou à altura dos olhos dos estudantes, os quais puderam verificar que ambos os corpos caem juntos, apesar da diferença entre suas massas.

Figura 48: Estudantes analisando o tempo de queda de corpos de massas diferentes.



Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Após a experiência, houve concordância geral entre os participantes em afirmar que o tempo de queda será o mesmo para corpos de massas diferentes. Em seguida, numa segunda queda, os visitantes foram orientados a cair com os braços e pernas estendidos, de modo a aumentar a resistência com o ar. Ao final da análise, houve a complementação do conceito, ao relacionarem a resistência com o ar à frenagem sofrida por alguns objetos durante a queda.

Ao estudar os meios utilizados para a frenagem dos acentos foram sugeridos os meios mecânicos e eletromagnéticos, no entanto, houve a informação que os freios são magnéticos, pois a capacidade de deter a queda não poderia ficar sujeita a intempéries e a riscos de falta de energia elétrica. Portanto, o mais indicado seria o uso de ímãs, que não dependem do uso externo de qualquer fonte de energia para apresentarem suas propriedades magnéticas.

b) Montezum

A Montezum (figura 49) é a quinta maior montanha-russa de madeira do mundo e proporciona velocidades de até 100 km/h, num percurso de aproximadamente 1 km. O objetivo dessa atividade foi verificar a conservação de energia no movimento dos carrinhos; a variação da força normal sobre os acentos; planos inclinados e a força centrípeta na trajetória descrita pelo brinquedo, além de frisar o uso de grandezas e unidades de medida durante o estudo.

Figura 49: Na Montezum estudaram-se conceitos de força e conservação de energia.



Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Na preparação do experimento, os estudantes foram lembrados dos conceitos sobre força. Segundo os relatos dos estudantes, percebeu-se que mesmo a maioria tendo afirmado haver estudado conceitos sobre massa e força, ainda há alegações de medição da força peso na balança da farmácia e utilizar o “quilo” como unidade de medida para o valor aferido no aparelho. Além do erro na aplicação da unidade de força, a variação da força normal é considerada como alteração da força peso. Numa rápida análise da fórmula da força peso, os estudantes foram alertados a refletir sobre a intensidade da massa e da aceleração da gravidade em cada ponto do equipamento. Também se chamou a atenção para a tração nos carrinhos do brinquedo durante seu funcionamento e qual seria o melhor carrinho para se aproveitar a atração. A tabela 12 traz os conceitos dos estudantes registrados antes e depois do experimento na Montezum.

Tabela 12: Concepções dos estudantes antes de depois de participarem da atividade proposta.

Concepções dos estudantes sobre conservação de energia e sobre forças	
Prévios	Posteriores
A montanha-russa é tracionada durante todo o percurso.	A montanha-russa é tracionada até a primeira montanha e continua seu movimento por conservação de energia.
Durante o movimento, sentimos variação da força peso.	Durante seu movimento, sentimos variação na força normal, pois a massa e a gravidade não variam.
O melhor carrinho é o primeiro, porque está na frente.	O melhor carrinho é o último, porque é o mais acelerado.
Nas curvas, sentimos a força centrífuga.	Nas curvas, aplicamos a força centrípeta devido ao escape por inércia.

Fonte: Tabela elaborada pelo autor.

Pela análise visual, os estudantes puderam perceber que os carrinhos da montanha-russa são tracionados apenas até a primeira montanha e continuam seu movimento por conservação de energia. Logo, houve a dedução de que o primeiro plano inclinado é o mais alto. Com relação à variação de força, não consideramos as pequenas variações do campo gravitacional em função da altura e, por isso, os estudantes concluíram que a força peso é constante. Quanto ao melhor carrinho do brinquedo, os estudantes foram unânimes, inicialmente, em eleger o primeiro lugar. Ao verificar a força resultante no plano inclinado, determinou-se que o último lugar fica sujeito à maior resultante e, por isso, é o mais acelerado. Por fim, é comum entre os participantes o conceito de força centrífuga, mas experimentalmente, assegurou-se que não há forças para fora da curva e sim para dentro ao tentar evitar o movimento de “fuga” do corpo por inércia.

c) Cinétrion

O cinema Cinétrion (figura 50) ofereceu aos participantes a oportunidade de assistir a uma projeção em três dimensões (3D) e também entender como funcionam os óculos da atração.

Figura 50: Cinétrion usado para projeções em 3D.



Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Antes da projeção (figura 51), o monitor do parque explicou o funcionamento dos óculos polarizadores de luz e instruiu os estudantes como proceder durante o filme, de forma a verificar todas as condições da imagem projetada em 3D: usando os óculos com ambos os olhos abertos; com um dos olhos fechado e por fim, sem os óculos. Como se tratava de uma produção de curta duração, ao longo da exibição, verificou-se noções de profundidade e sua relação com o funcionamento do olho humano, bem como a função de cada lente ao polarizar a luz e a necessidade de se utilizar os dois olhos em condições plenamente saudáveis para se ter a sensação 3D.

Figura 51: Os estudantes recebem instruções sobre o funcionamento dos óculos 3D.



Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Após a exibição, registraram-se os seguintes comentários dos participantes:

Estudante (E1): “Eu não sabia que sem os óculos a gente não conseguia enxergar direito. Pensava que só não ia enxergar em 3D”. (estudante do 1º colegial)

E2: “Agora eu entendi por que a gente tem dois olhos, senão não dava pra ver a profundidade das coisas”. (estudante do 1º colegial)

E3: “O exemplo de polarização da luz ficou bem claro.” (estudante do 3º colegial)

Professor (P1): “Sinceramente, eu não tinha muita expectativa sobre a projeção 3D até vê-la. A única experiência que havia tido do tipo foi em minha infância, com aqueles óculos de lentes vermelha e azul. Estes óculos com polarização luminosa realmente dão a sensação que a imagem salta da tela”. (professor acompanhante)

Com base nas afirmações acima, podemos entender que a aplicação do vídeo com a explicação concomitante funcionou bem ao propósito da atividade, assim como verificamos no uso de vídeos do capítulo IV.

d) Katapul

Esta atração contribuiu para o estudo da imponderabilidade e a conservação de energia, corroborando o que aconteceu na Montezum. Trata-se de uma montanha-russa que proporciona um *looping* (figura 52) a uma velocidade aproximada de 100 km/h, onde os estudantes analisaram a sensação de gravidade nula, portando copos cheios d’água, a qual não caía do copo quando ficaram de ponta cabeça.

Figura 52: Estudantes testando a imponderabilidade no Katapul.



Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Ao término da atração, houve a explicação de que o resultado observado devia-se à grande velocidade do giro e não à ausência de gravidade, explicação extrapolada para os casos dos astronautas em órbita da Terra. Também se registrou que a percepção humana ao movimento está relacionada à aceleração e não à velocidade. Num paralelo entre a viagem de ônibus para chegar ao parque, levando em conta as ocasiões em que a velocidade foi praticamente constante, e os momentos de aceleração nos brinquedos, os estudantes relataram sentir a variação de velocidade e não a velocidade em si.

Portanto, de acordo com as conclusões após o uso de cada atração, podemos crer que estas situações apenas acontecem em lugares **específicos**, e nenhum deles está no ambiente escolar formal. Assim, seu complemento se faz necessário de forma a obter-se a melhor qualidade no processo de ensino-aprendizagem.

5.4. Considerações sobre aplicação de ambientes não formais

A educação não formal constitui-se num valioso recurso no auxílio à aprendizagem significativa ao propiciar situações que levem o estudante a estruturar sua bagagem cognitiva com base em aplicações práticas dos conteúdos trabalhados em sala de aula, de uma forma que traga significado altamente relevante no arcabouço de informações adquiridas e potencializando sua transformação em aprendizado. Isto pode ser verificado em circunstâncias que exijam modificações no conhecimento prévio para se chegar a conclusões e para que atitudes sejam tomadas, levando em conta seu impacto no ambiente em que o indivíduo se insere.

No entanto, este tipo de educação não pode competir ou mesmo substituir a educação formal. O que se observa é uma relação de complementação onde uma deixa de ser eficiente frente à outra. Por não se limitar a um currículo definido e à burocracia comumente encontrados na educação formal, o ensino não formal pode acontecer em vários ambientes diferenciados, os quais não necessitam de avaliações específicas de rendimento que visem a certificação de aprendizagem. Dessa forma, facilita-se a aplicação e exploração dos PCN e dos Temas Transversais, com vistas à multidisciplinaridade e interdisciplinaridade. Porém, sua aplicação demanda considerável planejamento e organização para que se enquadrem no PPP da instituição escolar e agreguem qualidade à educação na constituição e consolidação do conhecimento dos estudantes.

No que se refere ao currículo e suas aplicações sociopolíticas e educacionais, deve-se levar em conta não apenas os elementos de estruturação teórica ou conteudista, mas

também sua função na orientação desejada do procedimento educacional. Assim, ao se considerar outras oportunidades para o cumprimento do processo de ensino-aprendizado fora de sua conjuntura há a descentralização do poder das instituições formais junto ao desenvolvimento do aprendizado e então, pode se estimular a busca de conhecimento em outros ambientes. A ponderação de professores e estudantes na aplicação de museus, parques e centros de Ciências na composição do ambiente educacional pode instigar o interesse em conhecer outros espaços de divulgação científica independentemente da sugestão escolar.

Portanto, é possível que a presença de espaços não formais no processo de educação básica torne cada vez mais frequente sua importância no cotidiano das pessoas, conduzindo à popularização do conhecimento científico. Dessa forma, espera-se formar cidadãos que explorem condições de lazer que apresentem opções não apenas de diversão, mas também de agregação cultural e desenvolvimento do conhecimento, fato que contribuirá consideravelmente para a inclusão social.

CAPÍTULO 06 – CONCLUSÃO

Podemos afirmar que quando o ambiente escolar se mostra mais amistoso ao estudante há a facilitação de sua permanência no processo de ensino-aprendizagem por favorecer determinadamente o aprendizado que lhe seja significativo e prazeroso. Com isso, espera-se que a instituição possa oferecer a oportunidade do desenvolvimento das qualidades exigidas pela sociedade atual, capacitando os estudantes a participar integralmente de sua evolução histórico-científica, interferindo decisivamente nos rumos mais acertados a serem tomados, de modo a conseguir alcançar o progresso da forma mais universal e sustentável possível.

No entanto, a educação baseada nos métodos tradicionais está longe de conseguir tais feitos conforme mostram os dados atuais de evasão, repetência e baixa qualidade do aprendizado adquirido, principalmente na disciplina de Física. Nesse contexto, o presente trabalho procurou apontar uma metodologia complementar ao modo mais clássico de educação, na tentativa de adaptá-lo aos novos tempos e ser capaz de corresponder às expectativas da sociedade contemporânea. Para tanto, utilizou-se alternativas que buscassem estimular a **aprendizagem** considerada **significativa** por meio de soluções encontradas nas teorias **construtivistas**, aliadas a recursos que procurassem resgatar os valores da instituição escolar na concepção da comunidade e aproximassem o ensino de Física à sua aplicação prática e próxima ao cotidiano dos estudantes.

Dessa forma, a importância da instituição escolar como ambiente capaz de fornecer informações de alta relevância e promover o desenvolvimento do conhecimento foi conseguida através da aplicação do **Minicurso de Astronomia**, apresentado no capítulo II, o qual versou sobre uma disciplina trabalhada apenas superficialmente durante o período regular do ensino básico, mas que suscita muito interesse entre os estudantes. O fato de ter conseguido uma presença média constante de mais de uma dúzia de participantes em todas as reuniões, ocorridas em contraturno ou finais de semana, já configurou em sucesso para atividade, uma vez que os estimulou a buscarem a escola num período normalmente destinado ao lazer, o qual raramente dialoga com aquisição cultural de qualidade. Também se considera com um fato positivo a participação, mesmo que esporádica, de pessoas que não fazem parte da rotina escolar da instituição promotora do Minicurso, bem como de funcionários da mesma que estão acostumados a frequentá-la somente como ambiente de trabalho. Além disso, as discussões contribuíram para a inserção dos estudantes no

desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem, assim como revelaram as concepções prévias e alternativas dos participantes quanto aos assuntos tratados, orientado a melhor maneira de transmissão das informações e constituição do aprendizado. Por fim, o êxito do recurso pôde ser verificado na propaganda espontânea dos estudantes entre seus pares e na satisfação demonstrada ao concluírem o Minicurso. Isto gerou solicitações para a manutenção do recurso e desenvolvimento de atividades semelhantes.

No caso da **tecnologia da educação** exposta no capítulo III, notou-se uma melhora significativa na construção de conceitos que exigissem mais da abstração cognitiva dos estudantes na tentativa de satisfazer a exigência de criação de modelos mentais capazes de fornecer as bases necessárias para sua configuração em aprendizado. No levantamento do conhecimento prévio a e sua aplicação registrou-se concepções alternativas equivocadas ou que fugiam às limitações do conteúdo, gerando entraves à evolução do aprendizado. Sem dúvida, a apresentação de recursos que proporcionassem a elaboração de elementos mais concretos e fundamentados cientificamente, favoreceu o aprendizado significativo ao explorar o erro do entendimento no ponto de vista do estudante e trabalhar a constituição conceitual, desde sua definição até a aplicação, levando sempre em conta a participação efetiva dos discentes. Assim sendo, o uso da tecnologia levou a um estímulo dos estudantes na participação do processo educacional e também na exploração natural do recurso por parte deles. No entanto, considera-se de suma importância que sejam orientados pelo professor para que se atinja a finalidade da atividade na aplicação desse procedimento, uma vez que se observou uma tendência potencial de dispersão com o uso do recurso na comparação com o método tradicional. Por isso, chama-se a atenção do professor para um cuidadoso estudo e planejamento ao realizar esta atividade de modo a garantir os bons resultados esperados.

Na complementação dos recursos estudados digitalmente, o capítulo IV abordou a aplicação de **atividades prático-experimentais** na produção e desenvolvimento do conhecimento. Nos casos onde as atividades virtuais apresentavam seus limites, foram aplicados experimentos que procuraram desenvolver a curiosidade dos estudantes ao introduzir um tópico ou orientar a aplicação do conhecimento na complementação da teoria, como também verificar o nível do aprendizado demonstrado. Desse modo, estas atividades tentaram mostrar uma face mais pragmática da Física ao aplicá-la nos fenômenos e na tecnologia cotidiana dos estudantes. Os ganhos em sua utilização foram verificados no estudo de situações que não são levadas em conta na enunciação de exercícios propostos ou na utilização dos recursos oferecidos pelas TICs e OAs, fornecendo opções para avaliar as condições de aprendizado em cada tipo de exigência (como interpretação, construção

fenomenológica mental e desenvolvimento matemático) e também analisar a aplicação de vários níveis de conhecimento. Como resultado final de seu bom desempenho, podemos citar o dinamismo imprimido à aula e o empenho dos estudantes na realização das práticas, assinalando a necessidade de renovação na rotina escolar na capacidade de estimular o aprendizado.

Por fim, a contribuição dos ambientes não formais à educação de qualidade, tratada no capítulo V, foi confirmada pelos benefícios trazidos através de visitas a espaços que estão fora do cotidiano escolar, explorando uma metodologia exclusiva do processo educacional, aliando a aquisição de conhecimento à diversão. A experiência de verificar os conhecimentos teóricos em práticas que se relacionam com o entretenimento conduziu a situações onde os estudantes se sentiram à vontade para participar ativamente da construção e aplicação do conhecimento, forjando relações que se estenderam para a sala de aula, sendo determinantes na comunicação professor-estudante. Os exemplos claros de utilização da Física foram fortemente enraizados na memória dos estudantes, transformando-se em modelos explicativos para situações pouco atendidas pelos recursos digitais e prático-experimentais, como a variação da força normal e conceitos envolvendo força centrípeta, inércia e conservação de energia. Para os estudantes, a experiência adquirida foi encarada como única, mesmo entre os que já haviam frequentado os ambientes antes, mas sem o acompanhamento do professor. Dessa forma, julga-se que o recurso cumpriu as expectativas, porém, lembramos que o sucesso conseguido demanda muita atenção, organização e planejamento para se resguardar de qualquer imprevisto que prejudique sua aplicação.

Então, conforme exposto, estes recursos colaboraram decisivamente para um enriquecimento do método clássico de ensino, o qual, a nosso ver, atente a algumas necessidades, no entanto, precisa evoluir para acompanhar as requisições da sociedade moderna. Assim sendo, o uso da tecnologia e de atividades que abordem a aplicação prática do conteúdo teórico, voltado para o cotidiano dos estudantes, se mostra cada vez mais importante para o processo educacional e apresenta resultados expressivos frente ao método puramente tradicional. Portanto, é imperativo que ocorra mudanças significantes na educação atual, semelhantes às tratadas neste trabalho, ou esta se verá cada vez mais longe de cumprir seu papel e atingir os anseios da sociedade.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. R.; MOHONEY, A. A. (Org.) **Afetividade e Aprendizagem**: contribuições de Henri Wallon. São Paulo: Edições Loyola, 2009.

BIANCONI, M. L.; CARUSO, F. **Educação Não formal**.

Disponível em: <<http://www.unesco.org/pt/brasil/communication-and-information/ict-in-education-in-brazil/>>. Acesso em: fevereiro de 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Diretrizes Curriculares**. Brasília: MEC, 2001. Disponível em: <<http://www.mec.gov.br>>. Acesso em: março de 2004.

BRASIL. Ministério da Educação. **Conteúdo Básico Comum (CBC)**. Centro de Referência Virtual do Professor (CRV). Disponível em: <http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv>. Acesso em: fevereiro de 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB)**. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/ldb.pdf>>. Acesso em: fevereiro de 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs)**. Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM). Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>>. Acesso em: fevereiro de 2012.

BRUNER, J. S. **Uma nova teoria de aprendizagem**. Trad. de Norah Levy Ribeiro (Trad.). 2. ed. Rio de Janeiro: Bloch, 1991.

GOHN, M. G. Educação não formal, participação da sociedade civil e estruturas colegiadas nas escolas. **Ensaio**: Aval. Pol. Pub. Rio de Janeiro, v.14, n. 50, p. 27-38, jan./mar, 2006.

HECKLER, V.; SARAIVA, M. F. O.; OLIVEIRA FILHO, K. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira do Ensino de Física**, São Paulo, v. 25, n. 02, p. 176-191, jun. 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v25n2/a07v25n2.pdf>>. Acesso em: janeiro de 2012.

HEILBRONER, R. L.; THURLOW, Lester C. **Entenda a economia**: tudo o que você precisa saber sobre como funciona e para onde vai a economia. Trad. de Tomás Rosa Bueno. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

HORNES, A.; GALLERA, J. M. B.; SILVA, S. C. R. **A Aprendizagem Significativa no Ensino de Física**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1., 2009, Ponta Grossa. **Anais...** Paraná: UTFPR, 2009. p 489-498.

Disponível em:

<http://www.pg.utfpr.edu.br/sinect/anais/artigos/7%20Ensinodefisica/Ensinodefisica_Artigo1.pdf>. Acesso em: dezembro de 2011.

Imagem usada na figura 05. Movimentos da Terra. Disponível em:

< <http://nautilus.fis.uc.pt/astro/hu/movi/corpo.html> >. Acesso em: fevereiro de 2010.

Imagem usada na figura 07. Terra e Lua. Abril de 2008. Disponível em: <www.astrobrasil.com.br/site/imagens/terra-e-lua/>. Acesso em: fevereiro de 2010.

Imagem usada na figura 15. Simuladores que foram utilizados no estudo de Termologia, Ondulatória e Eletricidade, juntamente com a apresentação do vídeo. *Interactive Simulations. University of Colorado at Boulder*. Disponível em: <<http://phet.colorado.edu/en/simulations/category/physics>>. Acesso em: fevereiro de 2010.

Imagem usada na figura 17. Simulador *Gas Properties*. Utilizado no estudo de Lei dos Gases e Termodinâmica. *Interactive Simulations. University of Colorado at Boulder*. Disponível em: <<http://phet.colorado.edu/en/simulations/category/physics>>. Acesso em: fevereiro de 2010.

Imagem usada na figura 19. Simulador *Color Vision*. Aplicado no estudo de formação das cores. *Interactive Simulations. University of Colorado at Boulder*. Disponível em: <<http://phet.colorado.edu/en/simulation/color-vision>>. Acesso em: fevereiro de 2010.

Imagem usada na figura 20. Simulador *Ballons and Static Electricity*. Utilizado no estudo do comportamento das cargas no fenômeno de eletrização por atrito e polarização. *Interactive Simulations. University of Colorado at Boulder*. Disponível em: <<http://phet.colorado.edu/en/simulations/category/physics>>. Acesso em: fevereiro de 2010.

Imagem sem título usada na figura 21. Simulador *John Travoltage*. Utilizado no estudo do comportamento das cargas na eletrização por atrito e na condução de carga elétrica. *Interactive Simulations. University of Colorado at Boulder*. Disponível em: <<http://phet.colorado.edu/en/simulations/category/physics>>. Acesso em: fevereiro de 2010.

Imagem sem título usada na figura 22. Simulador *Generator*. Utilizado no estudo de corrente alternada e conversão de energias. *Interactive Simulations. University of Colorado at Boulder*. Disponível em: <<http://phet.colorado.edu/en/simulations/category/physics>>. Acesso em: fevereiro de 2010.

MARANDINO, M. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. Interfaces na Relação Museu-Escola, Santa Catarina, vol. 18, n.1: p. 85-100, abr. 2001. Disponível em: <<http://www.fsc.ufsc.br/cbef/port/18-1/artpdf/18-1.pdf>>. Acesso em: maio de 2010.

MERCADO, L. P. L. **Experiências com tecnologias de informação e comunicação na educação**. Maceió: EDUFAI, 2006.

MERCADO, L. P. L. **Experiências Novas tecnologias na educação**: reflexões sobre a prática. Maceió: EDUFAI, 2002.

MOREIRA, M. A. **Novas tecnologias na educação**: enfoques teóricos. São Paulo: Ed. Moraes, 1985.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

O MUNDO de Beakman: eletricidade. Disponível em: <www.youtube.com>. Acesso em: maio de 2010.

O MUNDO de Beakman: termodinâmica. Disponível em: <www.youtube.com>. Acesso em: março de 2010.

OLIVEIRA FILHO, K. S.; SARAIVA, M. F. O. **Astronomia e Astrofísica**. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2004.

PIAGET, J. **A epistemologia genética**. Trad. de Nathael C. Caixeiro. Petrópolis: Vozes, 1972.

PIAGET, J. **O nascimento da inteligência na criança**. Trad. de Álvaro Cabral. 2. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1975.

PIAGET, J. **Psicologia da inteligência**. Trad. de Eglea de Alencar. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1967.

PONTES NETO, J. A. S. Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel: perguntas e respostas. **Periódico do Mestrado em Educação da UCDB**, Campo Grande, n. 21, p. 117-130, jan./jun., 2006. Disponível em: <http://www.efdeportes.com/efd160/aprendizagem-significativa-na-educacao-fisica.htm>. Acesso em: janeiro de 2011.

TAROUCO, L. M. R. 2006. Formação de professores para produção e uso de objetos de aprendizagem. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Rio Grande do Sul, vol.4, p. 1-10, 2008.

UNESCO, **Educação no Brasil: Atrasos, conquistas e desafios**. Disponível em: <www.unesco.org.br>. Acesso em: janeiro de 2011.

VYGOTSKY, L. S. **Psicologia pedagógica**. Trad. de Paulo Bezerra. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2004.

VYGOTSKY, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. Trad. de Maria da Penha Villalobos. 2. ed. São Paulo: Ícone, 1988.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Avaliação oral sobre conhecimentos prévios aplicada no Módulo I

Questões elaboradas previamente à primeira reunião com o intuito de analisar qualitativamente o conhecimento inicial dos participantes sobre Astronomia e fenômenos terrestres, aplicadas concomitantemente à apresentação dos módulos no cronograma e antes da aplicação da avaliação escrita. Os resultados foram registrados em agenda de notas e entraram na composição dos dados para a configuração da figura 01.

- 1) Qual a função da Astronomia?
- 2) Como se formou o Universo e o sistema solar?
- 3) Qual a importância das estrelas?
- 4) Por que a maioria dos grandes astros celestes tem forma predominantemente esférica?
- 5) Os planetas são apenas rochosos ou podem ser gasosos também?
- 6) O interior da Terra é quente ou frio?
- 7) Por que acontecem estações climáticas diferentes num mesmo hemisfério terrestre?
- 8) Por que acontece o vento?
- 9) Para que servem os vulcões?
- 10) Quem foram: Johannes Kepler, Nicolau Copérnico, Galileu Galilei, Isaac Newton e Albert Einstein?

APÊNDICE B – Avaliação escrita sobre conhecimentos prévios aplicada no Módulo I**PRIMEIRA AVALIAÇÃO DE ASTRONOMIA**

- 1) Quais são os planetas do sistema solar em sua ordem de posição?

- 2) Assinale qual dos astros abaixo emite luz própria:
 - a) Planeta
 - b) Lua
 - c) Estrela
 - d) Cometa
 - e) Asteróide

- 3) Assinale V para verdadeiro ou F para falso em cada uma das afirmações:
 - a) Existem planetas formados por rochas e planetas formados por gases. ()
 - b) O planeta mais quente do sistema solar é Mercúrio porque é o mais próximo do Sol. ()
 - c) O Sol e a Lua têm o mesmo tamanho. ()
 - d) A Terra é único planeta do Universo em que pode haver vida. ()
 - e) Nem todos os planetas possuem luas. ()

- 4) Complete o trecho abaixo:
 - a) O dia e a noite acontecem devido ao movimento de _____ da Terra. Já o ano acontece por causa do movimento de _____ da Terra.
 - b) As auroras são resultado do _____.
 - c) O planeta que tem os anéis mais bonitos é _____.
 - d) O planeta que possui mais luas é _____.
 - e) O maior planeta do sistema solar é _____ e o menor é _____.

- 5) O que é efeito estufa? Ele é bom ou ruim? Justifique.

- 6) Faça um desenho de um eclipse solar.

- 7) O que influencia na formação das estações do ano?

APÊNDICE C – Avaliação escrita sobre conhecimentos prévios aplicada no Módulo I

SEGUNDA AVALIAÇÃO DE ASTRONOMIA

- 1) Qual dos corpos celestes abaixo emite luz própria?

a) Lua	c) Júpiter	e) Vênus
b) Sol	d) Marte	

- 2) Dê um exemplo de planetoide ou planeta anão.

- 3) Coloque os corpos celestes a seguir em ordem CRESCENTE de tamanho: planeta, estrela, asteróide, lua.

- 4) Enumere a coluna da direita de acordo com a da esquerda:

1 - planeta	() Halley
2 - estrela	() Éris
3 - planetóide	() Antares
4 - lua	() Titã
5 - galáxia	() Via Láctea
6 - cometa	() Mercúrio

- 5) Assinale V - verdadeiro ou F - falso para as afirmações:
 - a) O planeta mais quente do sistema solar é Vênus. ()
 - b) O planeta mais perto do nosso Sol é Mercúrio. ()
 - c) Todos os planetas gasosos possuem anéis. ()
 - d) Plutão é o planeta mais longe do nosso Sol. ()
 - e) O verão acontece quando a Terra está mais perto do Sol. ()

- 6) Complete corretamente os espaços abaixo:
 - a) Os planetas rochosos do sistema solar são: _____, _____, _____ e _____.
 - b) O maior planeta do sistema solar é _____ e o menor é _____.
 - c) _____ é o planeta que possui mais luas.
 - d) A estrela mais brilhante vista a olho nu da Terra é _____.
 - e) A primeira pessoa a registrar detalhes da superfície da Lua, manchas solares e satélites de Júpiter foi _____.

- 7) O processo responsável pela energia solar é:

a) fusão	c) combustão	e) extração
b) fissão	d) fragmentação	

- 8) O que é uma galáxia? Qual é o nome da nossa galáxia?

APÊNDICE D – Modelo de relatório de atividades experimentais realizadas pelos estudantes conforme exposto no capítulo IV

RELATÓRIO DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL N°

TÍTULO:

MATERIAL:

OBJETIVO:

PROCEDIMENTO:

OBSERVAÇÃO:

CONCLUSÃO:

APÊNDICE E – Avaliação escrita sobre Astronomia aplicada no capítulo V com a finalidade de comparar o nível de conhecimento entre estudantes: que participaram do Minicurso, que visitaram o CDA e quem não participou de qualquer atividade.

AVALIAÇÃO DE CONHECIMENTOS GERAIS SOBRE ASTRONOMIA

Participação no Minicurso Visita ao CDA Nenhum dos anteriores

- 1) Coloque os astros celestes a seguir em ordem CRESCENTE de tamanho:
Sol – Lua – Halley – Plutão – Terra – Júpiter – Titã

- 2) Assinale V – para verdadeiro ou F – para falso às afirmações a seguir:
 - a) Existem planetas rochosos e gasosos. ()
 - b) A Lua não apresenta movimento de rotação. ()
 - c) Astronomia e Astrologia são as mesmas Ciências. ()
 - d) No verão, a Terra está mais perto do Sol. ()
 - e) Rochas que caem do céu são chamadas meteoroides. ()
 - f) O efeito estufa é importante para manter a vida na Terra. ()
 - g) Galileu foi uma das primeiras pessoas a usar um telescópio apontado para o céu. ()

- 3) Complete os trechos abaixo:
 - a) O movimento de _____ da Terra é responsável pelos dias e pelas noites.
Já o movimento de _____ é responsável pelas estações do ano.
 - b) A energia de uma estrela é conseguida a partir do processo de _____ nuclear.
 - c) A principal fonte de energia para a Terra é _____.
 - d) O menor planeta do sistema solar é _____.
 - e) A estrela mais brilhante no céu noturno é _____.
 - f) Nossa galáxia chama-se _____.
 - g) As _____ são fenômenos que ocorrem devido à interação de partículas solares com o campo magnético da Terra.
 - h) O _____ do _____ serve para orientação noturna.

- 4) Escreva os nomes dos planetas do sistema solar em ordem de POSIÇÃO a partir do Sol.

- 5) Faça o desenho de um eclipse:
 - a) Solar:
 - b) Lunar;