

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL

FACULDADE DE FÍSICA

Anelise Fernandes Borcelli

**ANIMAÇÃO INTERATIVA: UM MATERIAL POTENCIALMENTE
SIGNIFICATIVO PARA APRENDIZAGEM DE CONCEITOS EM FÍSICA.**

Porto Alegre

2007

Anelise Fernandes Borcelli

**ANIMAÇÃO INTERATIVA: UM MATERIAL POTENCIALMENTE
SIGNIFICATIVO PARA APRENDIZAGEM DE CONCEITOS EM FÍSICA.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Física da
Pontifícia Universidade Católica do Rio
Grande do Sul, como requisito parcial
para a obtenção do grau de Licenciado
em Física.

Orientadora: Profa. Dra. Sayonara Salvador Cabral da Costa

Porto Alegre

2007

Dedico este trabalho de conclusão à minha avó Maria, que tanto apoiou e incentivou o meu crescimento profissional.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Profa. Dra. Sayonara Salvador Cabral da Costa pelo apoio e orientação para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Prof. Dr. João Bernardes da Rocha Filho pelo incentivo e orientação para a elaboração do *software* implementado neste trabalho.

À Profa. Me. Maria Emília Baltar Bernasiuk pela oportunidade de aprendizado como bolsista e empréstimo de livros para a fundamentação teórica deste trabalho.

À colega Taciana Jagmin pelo auxílio durante a atividade de implementação do objeto de aprendizagem e por fotografar o encontro com os alunos.

Em especial, à minha família pelo carinho e apoio nos momentos difíceis.

“Jamais considere seus estudos como uma obrigação, mas como uma oportunidade invejável para aprender a conhecer a influência libertadora da beleza do reino do espírito, para seu próprio prazer pessoal e para proveito da comunidade à qual seu futuro trabalho pertencer”.

Albert Einstein

Aos Estudantes de Princeton, EUA

RESUMO

Neste trabalho propõe-se uma metodologia para implementar o uso do objeto de aprendizagem, denominado *Um Banho de Efeito Joule*, com foco na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. Ao mesmo tempo, pretende-se investigar a eficácia de uso deste recurso pedagógico para introduzir conceitos de eletricidade e calorimetria a duas turmas de oitava série do Ensino Fundamental de uma Escola particular de Porto Alegre, para oportunizar uma aprendizagem de conceitos físicos relacionados com a realidade cotidiana deles. O método desenvolvido envolveu três encontros, com cada turma, nos quais utilizou-se instrumentos para analisar o processo de aprendizagem. No primeiro encontro, os alunos responderam um instrumento de sondagem, no qual foram identificados os interesses dos alunos, suas concepções sobre a Física, e os seus conhecimentos prévios sobre o funcionamento do chuveiro elétrico. No segundo encontro, a metodologia com a aplicação do objeto de aprendizagem foi desenvolvida e coletados dados sobre a interação dos alunos com esse objeto. No terceiro encontro, os alunos responderam um instrumento de avaliação elaborado com a finalidade de identificar como os conceitos teriam sido aprendidos e a opinião deles sobre o recurso pedagógico utilizado. Os resultados obtidos sugerem que o uso de computadores como um recurso auxiliar no ensino de Física é uma alternativa válida que aproxima a Escola da realidade social e cultural do aluno, facilitando a aprendizagem de conceitos em Física.

Palavras-chave: Objeto de Aprendizagem. Animação Interativa. Aprendizagem Significativa. Chuveiro Elétrico. Efeito Joule.

ABSTRACT

In this work, a methodology focused on the significant learning theory of Ausubel was proposed in order to implement the use of a learning object named *A Joule Effect Bath*. At the same time, it was intended to investigate the effectiveness of use of this pedagogical resource to introduce electricity and calorimetry concepts to two eighth grade groups of the Elementary School in a private School in Porto Alegre, in order to offer them an opportunity to learn physical concepts related to their daily reality. The proposed method was developed in three meetings for each group, when instruments to evaluate the learning process were applied. On the first meeting, the students answered a sounding instrument, in which their interests, their concepts about Physics, and their previous knowledge about how an electrical shower works could be identified. On the second meeting, the proposed methodology was applied and data regarding the interaction of the students with the learning object were collected. On the third meeting, the students answered an evaluation test prepared in order to identify if the concepts would have been learned by them, as well as their opinion about the pedagogical resource that was used. The obtained results suggest that the use of computers as an auxiliary resource in teaching Physics is a valid alternative that brings the school closer to the social and cultural reality of the students, facilitating their learning of concepts in Physics.

Word-key: Learning Object. Interactive Animation. Significant Learning. Electrical Shower. Joule Effect.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema da teoria da assimilação na visão cognitiva de Ausubel.	24
Figura 2. Interface da animação introdutória.	37
Figura 3. Interface da animação interativa.	38
Figura 4. Interface da seção <i>Saiba Mais</i> do material.	40
Figura 5. Interface da seção <i>Perguntas</i> do material.	42
Figura 6. Diagrama que ilustra a navegação entre os recursos pedagógicos do objeto de aprendizagem.	42
Figura 7. Fotografia de uma dupla de alunos da Turma A interagindo com o objeto de aprendizagem.	44
Figura 8. Fotografia do resistor apresentado aos alunos.	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Perguntas discursivas para a identificação dos interesses dos alunos, suas concepções sobre a Física e seus conhecimentos prévios específicos.	35
Quadro 2. Perguntas objetivas de múltipla escolha e as opções de resposta que compõem a seção <i>Perguntas</i> do objeto de aprendizagem.	41
Quadro 3. Perguntas discursivas e de complementação que compunham o instrumento de pesquisa aplicado com a Turma A no segundo encontro.	46
Quadro 4. Perguntas discursivas e de complementação que compunham o instrumento de pesquisa aplicado com a Turma B no segundo encontro.	48
Quadro 5. Perguntas discursivas propostas no terceiro encontro da Turma B.	49

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Categorias de respostas dos alunos à pergunta 2 do instrumento de sondagem. (a) Categorias da Turma A. (b) Categorias da Turma B.....	52
Gráfico 2. Percentagem das respostas dos alunos à pergunta 4 do instrumento de sondagem.	55
Gráfico 3. Percentagem das respostas dos alunos à pergunta 5 do instrumento de sondagem.	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Categorias de respostas dos alunos à pergunta 1 do instrumento de sondagem e respectivo número de alunos.	50
Tabela 2. Categorias de respostas dos alunos à pergunta 2 do instrumento de sondagem e respectivo número de alunos.	53
Tabela 3. Categorias de respostas dos alunos à pergunta 3 do instrumento de sondagem e respectivo número de alunos.	54
Tabela 4. Categorias das justificativas dos alunos que responderam <i>não</i> à pergunta 4 do instrumento de sondagem e respectivo número de alunos.....	55
Tabela 5. Categorias das justificativas dos alunos que responderam <i>sim</i> à pergunta 4 do instrumento de sondagem e respectivo número de alunos.....	56
Tabela 6. Categorias de respostas dos alunos que responderam <i>sim</i> à pergunta 5 do instrumento de sondagem e respectivo número de alunos.....	57
Tabela 7. Categorias de respostas dos alunos à pergunta 6 do instrumento de sondagem e respectivo número de alunos em cada turma.	57
Tabela 8. Categorias de respostas das duplas à pergunta 1 do instrumento de avaliação da Turma A e respectivo número de duplas.	59
Tabela 9. Categorias de respostas das duplas à pergunta 2 do instrumento de avaliação da Turma A e respectivo número de duplas.	60
Tabela 10. Categorias de respostas das duplas à pergunta 3 do instrumento de avaliação da Turma A e respectivo número de duplas.	61
Tabela 11. Categorias de respostas das duplas à pergunta 4 do instrumento de avaliação da Turma A e respectivo número de duplas.	62
Tabela 12. Respostas das duplas à pergunta 5 do instrumento de avaliação da Turma A e respectivo número de duplas.	63
Tabela 13. Respostas à pergunta 1 do instrumento de avaliação da Turma B e respectivo número de duplas.	65
Tabela 14. Categorias de respostas à pergunta 2 do instrumento de avaliação da Turma B e respectivo número de duplas.	65
Tabela 15. Categorias de respostas à pergunta 3 do instrumento de avaliação da Turma B e respectivo número de duplas.	66
Tabela 16. Categorias de respostas à pergunta 4 do instrumento de avaliação da Turma B e respectivo número de duplas.	67
Tabela 17. Categorias de respostas à pergunta 5 do instrumento de avaliação da Turma B e respectivo número de duplas.	68

Tabela 18. Categorias de respostas dos alunos à pergunta 1 do instrumento de avaliação final da Turma B e respectivo número de alunos.....	70
Tabela 19. Categorias de respostas dos alunos à pergunta 2 do instrumento de avaliação final da Turma B e respectivo número de alunos.....	71

LISTA DE SIGLAS

SI – Sistema Internacional de Unidades

PCNs – Parâmetros Curriculares Nacionais

RIVED – Rede Interativa Virtual de Educação

SEED – Secretaria de Educação a Distância

MEC – Ministério da Educação e Cultura

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

NIE – Núcleo de Informática Educacional

LISTA DE SÍMBOLOS

A – ampère
W – watt
V – volt
J – joule
P – potência elétrica
U – tensão elétrica
i – corrente elétrica
R – resistência elétrica
 ρ – resistividade elétrica
l – comprimento
S – seção transversal
E – campo elétrico
F – força elétrica
q – carga elétrica
 \bar{v} – velocidade média
n – número de elétrons livres
t – tempo
h – hora
Q – quantidade de calor
m – massa
kg – quilograma
c – calor específico
°C – grau Celsius
T – temperatura Celsius¹
 μ - massa específica
 m^3 – metro cúbico

¹ O Sistema Internacional de Unidades (SI) define para temperatura Celsius o símbolo t, contudo este símbolo foi utilizado para representar a grandeza tempo (INMETRO, 2003).

V – volume

T_s – temperatura de saída da água

T_a – temperatura ambiente da água

Φ – vazão

min – minutos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
2.1 A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL.....	21
2.1.1 A Teoria da Assimilação	24
2.2 O OBJETO DE ESTUDO	25
2.2.1 Estudo do Funcionamento do Chuveiro Elétrico	27
2.3 O MODELO MATEMÁTICO DA ANIMAÇÃO INTERATIVA	31
3 METODOLOGIA	34
3.1 O PRIMEIRO ENCONTRO E O INSTRUMENTO DE SONDAAGEM	35
3.2 O SEGUNDO ENCONTRO: UTILIZANDO O OBJETO DE APRENDIZAGEM. ..	36
3.2.1 A Estrutura do Objeto de Aprendizagem	36
3.2.2 O Segundo Encontro com a Turma A	43
3.2.3 O Segundo Encontro com a Turma B	46
3.3 O TERCEIRO ENCONTRO: AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE.....	49
4 RESULTADOS E ANÁLISES	50
4.1 INSTRUMENTO DE SONDAAGEM	50
4.2 MATERIAL POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVO: O USO DA ANIMAÇÃO INTERATIVA.	59
4.2.1 Resultados Obtidos com a Turma A	59
4.2.2 Resultados Obtidos com a Turma B	63
4.3 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE	68
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	72
REFERÊNCIAS	76

APÊNDICE A – Instrumento de sondagem.....	79
APÊNDICE B – Instrumento de avaliação utilizado com a Turma A	80
APÊNDICE C – Instrumento de avaliação utilizado com a Turma B	81
APÊNDICE D – Instrumento de avaliação final da atividade	82
ANEXO A – Termo de consentimento livre e esclarecido.....	83

1 INTRODUÇÃO

As primeiras experiências utilizando computadores como *máquina de ensinar*, ocorreram em meados da década de 50 do século passado, e assim como idealizado por Skinner, a ênfase era na transmissão da informação em uma determinada seqüência para o aprendiz (VALENTE, 1999). Hoje, a possibilidade de utilização de computadores na educação é muito rica, visto que existem inúmeros recursos disponíveis capazes de promover uma aprendizagem significativa de conceitos, conforme proposto por Ausubel (1980) na sua teoria da aprendizagem significativa. Dentre estes recursos, destacam-se os objetos de aprendizagem digitais que podem integrar animações interativas, textos explicativos, e questões objetivas em um único material.

A animação interativa pode ser definida como um filme de computação gráfica que utiliza modelos matemáticos para simular um evento específico, permitindo ao usuário interagir, através da manipulação de variáveis que alteram o resultado final da simulação, possibilitando a visualização de situações que dificilmente seriam acessíveis em laboratórios didáticos. O uso de animações interativas como recurso pedagógico para o ensino de Física vem sendo discutido pelos educadores desta área (BARROS et al., 2003; NOGUEIRA et al., 2000; TAVARES, 2003, 2005, 2006), principalmente no meio acadêmico, quanto à eficácia deste recurso no processo de aprendizagem do aluno. Tavares (2006) afirma que as animações interativas são valiosas ferramentas pedagógicas que facilitam a aprendizagem de conceitos físicos. Além disso, as atividades desenvolvidas em computador aproximam a escola do meio social e cultural do estudante, ao mesmo tempo em que o prepara para atuar profissionalmente.

Cabe ressaltar que o termo *interatividade* vem sendo utilizado de forma bastante equivocada pelos meios de comunicação, e pelas pessoas em geral, o que muitas vezes acaba por distorcer seu verdadeiro significado (SILVA, 1998). Portanto, é preciso esclarecer a diferença entre *interação* e *interatividade*, feita de forma

bastante adequada por Silva (1998). Para ele, o primeiro termo refere-se a qualquer coisa cujo funcionamento permite ao seu usuário algum nível de participação ou troca de ações. Enquanto que a *interatividade* sugere não apenas a simples participação do usuário de forma unidirecional, mas sim, a participação do aprendiz de forma bidirecional, ou seja, além de receber conteúdos, ele torna-se capaz de modificar e intervir na informação recebida. Sendo assim, para que ocorra uma aprendizagem de conceitos através de animações interativas é necessária uma interatividade entre o aluno e o material potencialmente significativo.

Contudo, o ensino de Física, desenvolvido na maioria das escolas de educação básica², tem sido desvinculado da realidade cotidiana dos estudantes, priorizando a apresentação de leis e fórmulas, desconsiderando a importância de conceitos nesta área e dos avanços tecnológicos. Assim como a *máquina de ensinar* de Skinner (VALENTE, 1999), os conteúdos de Física são transmitidos aos alunos por meio de aulas expositivas que seguem a seqüência do livro didático, sem qualquer interatividade. O processo de aprendizagem é desenvolvido sem uma articulação entre o conhecimento prévio do aluno e o novo conteúdo que ele precisa assimilar, levando a uma automatização ou memorização da resolução de exercícios repetitivos utilizando fórmulas em situações artificiais e teóricas. Este ensino de Física, vazio de significados para a maioria dos alunos, não oportuniza a construção do conhecimento, pois considera a estrutura cognitiva do aprendiz uma *tabula rasa*.

Este quadro de desarticulação entre a realidade dos alunos e o ensino de Física, segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCNs (BRASIL, 2000), desperdiça uma ótima oportunidade de desenvolver um senso crítico e ético no aluno, além de um maior entendimento do mundo que o cerca, capacitando-o para atuar de forma crítica na sociedade, imprescindível para a formação cidadã do indivíduo.

Ao mesmo tempo, os estudantes estão acostumados às exigências de provas tradicionais, nas quais são solicitados a reproduzir o conhecimento conforme foi apresentado em sala de aula, não exigindo que o aluno estabeleça relações, nem abstrações. Então, os alunos usam artifícios para memorizar respostas e explicações para as principais perguntas, exemplos clássicos, e, até mesmo,

² A educação básica engloba o Ensino Fundamental e o Ensino Médio.

soluções de problemas típicos relacionados ao assunto da prova (MOREIRA, 1999a). Neste contexto de aprendizagem, os alunos não apresentam uma atitude de aprender e conectar o seu conhecimento com a nova informação que pretendem absorver de forma literal. Optando, normalmente, por uma aprendizagem mecânica do conteúdo para responder as questões daquela prova específica, sem que haja interação com os conhecimentos anteriores.

Uma alternativa para o ensino de Física, proposta deste trabalho, é o uso de uma animação interativa como um material potencialmente significativo para oportunizar a aprendizagem de conceitos em Física. A motivação inicial para a elaboração de uma animação interativa foi o Concurso Rede Interativa Virtual de Educação (RIVED, 2007) realizado pela Secretaria de Educação a Distância do Ministério da Educação e Cultura (SEED/MEC). Para este concurso elaboramos um objeto de aprendizagem digital denominado *Um Banho de Efeito Joule*, bem como guias para o professor que pretendesse utilizá-lo. Este recurso pedagógico contém uma animação interativa que mostra um personagem tomando banho em um chuveiro elétrico. Oferece ao usuário controle sobre algumas variáveis, como: a tensão da rede elétrica, a potência dissipada na resistência do chuveiro, a vazão e a temperatura ambiente da água. A interatividade se manifesta com a devolução de informações sobre a temperatura do banho, a corrente elétrica do circuito e o custo por hora do banho, obtido a partir do preço médio nacional do quilowatt-hora (kWh), obtido da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

A implementação de uso do objeto de aprendizagem digital pôde ser concretizada em uma escola particular de Porto Alegre com os alunos da oitava série do Ensino Fundamental. Nesta Escola, as turmas de oitava série têm períodos separados de Física e Química. Nessa, como na maioria das escolas, os assuntos trabalhados nas aulas de Física envolvem os conceitos de trajetória, deslocamento, velocidade e aceleração, com ênfase na cinemática (movimento retilíneo uniforme e uniformemente acelerado, queda livre, movimento de projéteis e movimento circular uniforme). Estes assuntos são abordados de forma teórica e através de fórmulas para resolução de exercícios repetitivos. Desnecessário dizer que não fomentam nos alunos, em geral, muita motivação em aprender e aprender a gostar de Física.

Juntando a oportunidade do estágio obrigatório nessa escola e julgando que se poderia apresentar uma alternativa interessante para o ensino de Física nas oitavas séries, este trabalho foi projetado visando à implementação de uso do objeto de aprendizagem, denominado *Um Banho de Efeito Joule*, com foco na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel.

Portanto, o objetivo é investigar a eficácia deste recurso pedagógico para introduzir conceitos de eletricidade e calorimetria aos alunos da oitava série do Ensino Fundamental, oportunizando uma aprendizagem de conceitos físicos que estão relacionados com a realidade cotidiana deles.

Apresenta-se a seguir a fundamentação teórica da teoria educacional de Ausubel, das teorias físicas tratadas no objeto de aprendizagem e dos modelos matemáticos que foram incorporados ao *software*; no terceiro capítulo, descreve-se a estrutura do objeto de aprendizagem e sua aplicação com os dois grupos de alunos já citados; no quarto, são relatados os resultados e as análises dos instrumentos utilizados para coleta de dados. Finalmente, apresentam-se no último capítulo as conclusões e as considerações finais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL

A aprendizagem pode ocorrer a partir de circunstâncias fortuitas, como a assistência a determinado filme, documentário, comercial; a leitura de um livro, uma revista, um jornal; a conversa com um amigo, um familiar. Ou pode ocorrer como conseqüência de um curso, de uma aula, da realização de um trabalho escolar. A aprendizagem pode se dar a partir de situações totalmente informais e cotidianas, ou pode ser o resultado de uma ação planejada e intencional como a de sala de aula (La ROSA, 2003).

Na década de 1960, David Ausubel propôs a sua teoria cognitivista da Aprendizagem Significativa, na qual enfatiza que a eficácia da aprendizagem em sala de aula depende: (i) do conhecimento prévio do aluno; (ii) do material que se pretende ensinar ser potencialmente significativo para o aprendiz e; (iii) do indivíduo manifestar uma intenção de relacionar os novos conceitos com aquilo que ele conhece. Como outros teóricos do cognitivismo, Ausubel acredita que existe uma estrutura na mente humana na qual o conteúdo total de idéias e sua organização em uma área particular do conhecimento estão armazenados de forma hierárquica. O objetivo principal da teoria de Ausubel é explicar como ocorre o processo de aprendizagem em sala de aula de maneira significativa, isto é, como um conteúdo é armazenado nessa estrutura hierárquica de conhecimento do aluno através da instrução. Segundo Moreira (1999b, p.11):

Para Ausubel, aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo.

Isto é, para que ocorra a aprendizagem significativa deve haver uma interação substancial da nova informação com conceitos pré-existentes na estrutura

hierárquica de conhecimento do sujeito, chamada de estrutura cognitiva, na qual informações mais específicas são ligadas a conceitos mais gerais e inclusivos relacionados a esta informação. Estes conceitos pré-existentes servem como ponto de ancoragem para a nova informação, os quais Ausubel chama de conceito subsunçor, ou apenas subsunçor (âncora) que podem ter sido incorporados na estrutura cognitiva por meio de situações formais ou informais de aprendizagem.

Contudo, para que ocorra uma aprendizagem significativa em situações formais, não basta o aluno apresentar em sua estrutura cognitiva conceitos relevantes e inclusivos relacionados à área de conhecimento que será abordada, se o professor não identificar quais destes elementos são relevantes ao que se quer ensinar. Ausubel et al. (1980, p. viii) afirmam que: “O fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos.”.

Por exemplo, no estudo sobre o chuveiro elétrico, proposto neste trabalho, parte-se do pressuposto que na estrutura cognitiva dos alunos existam subsunçores adequados para a compreensão do funcionamento do chuveiro, visto que o ponto de partida para o estudo é o cotidiano dos alunos. Espera-se que os alunos saibam regular a temperatura da água do banho em um chuveiro elétrico, através do interruptor de seleção da temperatura entre as opções *verão* e *inverno* no chuveiro, e do registro de água, aumentando ou diminuindo a vazão de água. Embora, os conceitos de potência elétrica e de vazão de água não sejam conhecidos pelos alunos, o resultado obtido na temperatura da água (aquecimento), devido à variação destas grandezas físicas, é conhecido. Ainda que, o significado de temperatura seja intuitivo, pois envolve os sentidos para sua percepção, o conceito de temperatura se confunde com o de calor, nas concepções prévias dos alunos.

Como o exemplo retrata, o conhecimento prévio que o aluno traz para sala de aula, adquirido normalmente em situações informais de aprendizagem, pode estar em desacordo com aqueles aceitos no contexto da matéria de ensino. Tais conceitos prévios não são considerados errôneos, mas sim alternativos no contexto educacional, sendo extremamente resistentes a mudanças, visto que, tais concepções alternativas normalmente são reforçadas pelos fenômenos do cotidiano, sendo construídas por meio de aprendizagens significativas. Segundo Moreira,

deve-se buscar “a construção de novas estruturas de significados, que simultaneamente, vão obliterando aprendizagens significativas.” (MOREIRA, 1999b, p. 44).

Ausubel sugere o uso da aprendizagem mecânica (ou automática) somente quando não existirem na estrutura cognitiva do aluno nenhum subsunçor que facilite a interação com a nova informação, sendo necessária sempre que o aluno é apresentado a uma área do conhecimento nova para ele. Nesse caso, Moreira (1999a, p. 154) afirma que: “O conhecimento assim adquirido fica arbitrariamente distribuído na estrutura cognitiva, sem ligar-se a conceitos subsunçores específicos.”. Deste modo, a aprendizagem mecânica é necessária até que alguns subsunçores (pouco elaborados) existam na estrutura cognitiva do aprendiz, a partir dos quais a aprendizagem significativa torna-se possível. Sendo assim, do ponto de vista ausubeliano, não se estabelece uma contradição entre aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa, pois são entendidas como complementares no processo de aprendizagem.

No entanto, quando os subsunçores específicos e relevantes não existem ou não estão disponíveis na estrutura cognitiva do aprendiz, uma estratégia proposta na teoria de Ausubel, para facilitar a aprendizagem significativa, é a utilização de organizadores prévios, que “são materiais introdutórios apresentados antes do material a ser aprendido em si.” (MOREIRA, 1999a, p. 155). Estes materiais introdutórios funcionam como pontes cognitivas entre o que o aluno já sabe e o que precisa saber para aprender significativamente uma nova informação.

O material a ser aprendido em si, deve ser potencialmente significativo, ou seja, deve ser relacionável (ou incorporável) à estrutura cognitiva do aprendiz, de maneira não arbitrária e não literal. Segundo Ausubel (1978 apud MOREIRA, 1999b, p.20):

A essência do processo de aprendizagem significativa é que idéias simbolicamente expressas sejam relacionadas, de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária, ao que o aprendiz já sabe, ou seja, a algum aspecto de sua estrutura cognitiva especificamente relevante que pode ser, por exemplo, uma imagem, um símbolo, um conceito ou uma proposição já significativos.

Por outro lado, mesmo que o material utilizado pelo professor seja potencialmente significativo, se a intenção do aluno for a de memorizá-lo arbitrariamente e literalmente, o processo de aprendizagem será mecânico. Portanto, para que ocorra uma aprendizagem significativa, não é suficiente que o material seja potencialmente significativo, se quando o professor testar a compreensão do aluno sobre o novo conhecimento, for exigida apenas uma reprodução das novas informações de forma literal, pois o aluno não será incentivado a estabelecer relações entre o novo conteúdo e os subsunçores disponíveis na sua estrutura cognitiva. Ausubel propõe, então, para evitar a simulação da aprendizagem significativa, que os testes de compreensão sejam elaborados alterando-se as questões e os problemas trabalhados em sala de aula, e que sejam apresentados em um contexto diferente do apresentado no material instrucional (MOREIRA, 1999a).

2.1.1 A Teoria da Assimilação

A Teoria da Assimilação foi proposta por Ausubel para melhor explicar como ocorre o processo de fixação e organização do novo conhecimento na estrutura cognitiva, incluindo, além do processo de aprendizagem, o processo de retenção do conhecimento. Esta teoria pode ser representada esquematicamente da seguinte maneira:

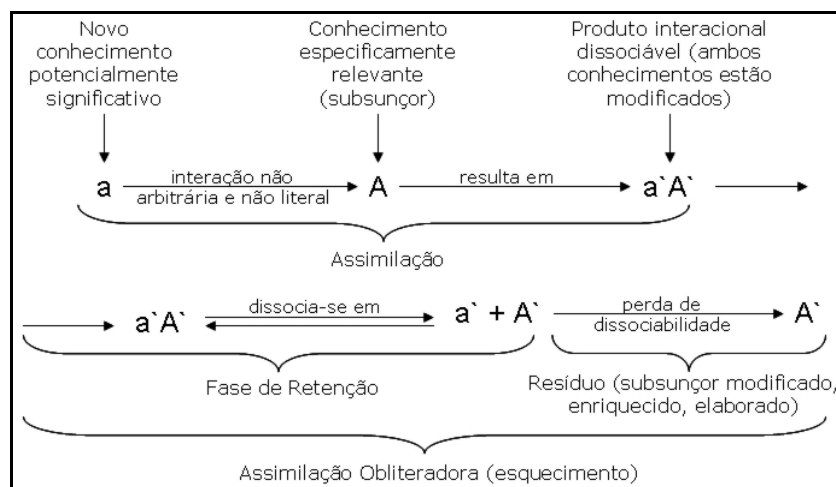


Figura 1. Esquema da teoria da assimilação na visão cognitiva de Ausubel. Fonte: Moreira (2006, p.2).

Portanto, a assimilação é um processo que ocorre quando um novo conhecimento potencialmente significativo a , interage de forma não arbitrária e não literal com um conhecimento especificamente relevante A (subsunçor), existente na estrutura cognitiva do aprendiz. Nesta interação entre antigos e novos conceitos, cujo processo resulta em um produto interacional dissociável $a'A'$, o novo conhecimento a é assimilado pelo subsunçor A , sendo ambos modificados pela interação.

Na fase de retenção o produto interacional $a'A'$ dissocia-se em $a' + A'$, permitindo que o novo conhecimento, recentemente assimilado, esteja disponível como entidade individual, permanecendo por um período de tempo variável separado da sua idéia âncora, favorecendo a retenção deste novo conhecimento a' (MOREIRA, 1999b).

“Entretanto, o significado das novas idéias tende, ao longo do tempo, a ser assimilado, ou reduzido, pelos significados mais estáveis das idéias estabelecidas.” (MOREIRA, 1999b, p. 26). Ou seja, o novo conhecimento está sujeito a uma tendência reducionista da estrutura cognitiva. É o segundo estágio da assimilação, chamado de assimilação obliteradora, no qual “as novas informações tornam-se espontânea e progressivamente menos dissociáveis de suas idéias-âncora (subsunçores), até que não mais estejam disponíveis como entidades individuais.” (MOREIRA, 1999a, p. 158).

Neste ponto, ocorre uma perda de dissociabilidade, no qual $a' + A'$ reduz-se a A' , contudo o subsunçor não volta a sua forma original. O resíduo da assimilação obliteradora A' é o subsunçor modificado, enriquecido, e elaborado.

2.2 O OBJETO DE ESTUDO

Uma parte essencial da dificuldade observada na aprendizagem de Física é devida ao distanciamento que se estabelece entre o cotidiano do aluno e os conceitos abstratos apresentados. “Ao chegar à escola o aluno já teve contato com a

eletricidade por meio de máquinas, aparelhos elétricos e eletrônicos que, à primeira vista, pouco têm a ver com os conceitos abstratos que ensinamos.” (GREF, 2005, p. 25). A proposta deste trabalho é construir uma ponte entre este conhecimento cotidiano e os conceitos abstratos.

O chuveiro elétrico é um aparelho comum no cotidiano da maioria dos estudantes da educação básica, e de funcionamento relativamente simples. No chuveiro elétrico a água que circula em seu interior é aquecida por meio do efeito térmico da corrente elétrica (denominado *Efeito Joule*) que percorre um resistor, constituído por um condutor de uma liga metálica de níquel e cromo, de alta resistividade. Nos chuveiros convencionais, o controle da temperatura de saída da água é feito por interruptores que alteram o comprimento do condutor que constitui o resistor, ou através do registro de água que regula a vazão de água. Como o chuveiro elétrico é, em geral, o eletrodoméstico de maior potência em uma residência, seu uso racional é um fator importante na economia de energia e preservação da natureza. Por isso a importância da abordagem deste tópico dentro do ensino regular de Física.

A observação das informações presentes nas etiquetas, e nos manuais de instruções dos chuveiros elétricos permite às pessoas, num primeiro momento, identificar as condições de funcionamento destes aparelhos e, conseqüentemente as grandezas físicas envolvidas. Utilizar-se destes conhecimentos prévios dos alunos para introduzir noções de Eletricidade, através da relação existente entre as grandezas físicas conhecidas normalmente pelos símbolos ou nomes das suas unidades (*A – ampère, W – watt, V – volt*), pode facilitar a apresentação dos conceitos de corrente elétrica, tensão e potência, em um momento posterior.

Nas etiquetas contidas nos chuveiros elétricos normalmente estão presentes informações sobre a tensão e a potência elétricas, por exemplo, 220V e 2800/5400W. Deste modo pode-se associar a grandeza tensão elétrica com o símbolo V, assim como associar a grandeza potência elétrica com o símbolo W. Embora o significado de tais conceitos não esteja bem definido para o aluno, o fato de eles aparecerem como elementos de caracterização dos chuveiros elétricos, assim como a percepção da influência destas grandezas no seu funcionamento, proporcionam ao aluno um primeiro contato com o assunto.

2.2.1 Estudo do Funcionamento do Chuveiro Elétrico

A conversão de energia elétrica em térmica, que possibilita o aquecimento da água nos chuveiros elétricos, é, como já foi citado, um efeito produzido pela corrente elétrica ao passar pelo condutor, chamado *Efeito Joule*. Um modelo que permite explicar este efeito foi elaborado pelo físico alemão Paul Drudde, em 1900, e desenvolvido pelo físico austríaco Anton Lorentz, em 1909; no qual descrevem a interação de partículas elementares, com base na Mecânica Clássica (GREF, 2005). O modelo do elétron livre, como é conhecido, explica a condução elétrica e térmica dos metais, através da teoria cinética dos gases.

Drudde prediz que, quando os átomos dos elementos metálicos se unem para formar o metal, os elétrons de valência, fracamente ligados aos átomos, desligam-se e passam a se movimentar livremente através do metal, enquanto que os íons positivos mantêm-se relativamente fixos, formando uma rede cristalina. O metal é visualizado como um arranjo tridimensional regular de átomos ou íons com um grande número de elétrons livres para se moverem por todo o seu volume, como um gás (gás de elétrons). (PÉREZ, 2000, p.349).

De acordo com o modelo de Drudde, à temperatura ambiente, os elétrons livres e os íons do metal apresentam movimentos de origem térmica. Os íons oscilam em torno da sua posição de equilíbrio, e os elétrons movimentam-se aleatoriamente, com uma velocidade média igual a zero, como as moléculas de um gás ideal. Quando se aplica uma tensão elétrica nos terminais do condutor, se estabelece um campo elétrico constante dentro do material, e os elétrons livres adquirem uma pequena velocidade na mesma direção, mas no sentido contrário do campo elétrico, denominada velocidade de deriva ou de arrasto. Este movimento dos elétrons livres, superposto ao movimento aleatório de origem térmica, constitui a corrente elétrica no interior do condutor. Segundo o mesmo modelo, existem, entretanto, efeitos microscópicos que dificultam o movimento dos elétrons nos metais.

Dentre estes efeitos, está o fato de que, quando os elétrons são forçados a movimentarem-se pela ação do campo elétrico externo, eles colidem com os íons (átomos) que constituem o material, transferindo para estes toda a energia cinética adquirida pela ação do campo elétrico. O resultado destas colisões é uma transferência de energia dos elétrons para o material como um todo, criando

movimento dos átomos, e isto corresponde ao aquecimento do material (Efeito Joule). (BAGNATO; RODRIGUES, 2006, p. 36).

Em outras palavras, a ação do campo elétrico sobre os elétrons livres se dá através da força elétrica, acelerando-os e aumentando a sua energia cinética, que é transferida à rede cristalina por meio de choques. Estes choques ocorrem em média a cada ocorrência de certo intervalo de tempo, fazendo com que a rede vibre mais intensamente, representando um aumento da energia interna. Nos chuveiros elétricos, esse aumento da vibração é percebido macroscopicamente através do aumento da temperatura do resistor, que passa a se comportar como fonte de calor para o ambiente, resultando no aquecimento da água do banho.

Um chuveiro elétrico em funcionamento transforma continuamente energia elétrica em energia térmica. A energia transferida pelo aparelho ao ambiente, por unidade de tempo, é denominada potência dissipada. Por exemplo, se um chuveiro elétrico contém a informação 5400W de potência, significa que este, quando em funcionamento, transforma 5400J de energia elétrica em térmica por segundo. “Como não existe acúmulo de energia no interior do aparelho, a potência dissipada por ele é igual à potência que lhe é fornecida pela fonte de energia externa.” (GREF, 2005, p. 60). Como a tensão elétrica de uma fonte está associada à sua capacidade de fornecer energia elétrica a um determinado aparelho, temos que a potência P dissipada pelo chuveiro é o produto da tensão elétrica U com a corrente elétrica i que percorre o resistor (Equação 1).

$$P = U \cdot i \quad \dots(1)$$

Nos chuveiros elétricos convencionais, a potência elétrica é selecionada por interruptores que variam o comprimento do condutor, permitindo o controle da corrente elétrica que circula pelo resistor, visto que a tensão da rede elétrica é constante. Existem, também, modelos de chuveiros com controle eletrônico que permite o ajuste gradual da temperatura da água. Neste caso,

[...] o comprimento do condutor que constitui o resistor é fixo, e a corrente elétrica que circula neste resistor varia segundo um controle linear, geralmente ligado a um potenciômetro e um dispositivo semiconductor de potência, num circuito similar aos *dimmers*³ usados em iluminação. (informação verbal)⁴.

³ Controlador eletrônico de potência.

⁴ Informação fornecida pelo prof. Dr. João Bernardes da Rocha Filho em 29 de agosto de 2007.

Em ambos os casos, o controle da corrente elétrica no resistor determina o aquecimento da água do banho. Contudo, no caso dos chuveiros elétricos convencionais, para se obter diferentes potências dissipadas, mantendo a tensão do sistema constante, varia-se a resistência do condutor à passagem de corrente elétrica. Do ponto de vista matemático, a resistência R de um condutor é definida como a razão entre a tensão elétrica U e a corrente elétrica i , conhecida como Primeira Lei de Ohm (Equação 2).

$$R = \frac{U}{i} \quad \dots(2)$$

Contudo, de acordo com o modelo de Drudde, a resistência elétrica de um resistor depende de elementos microscópicos que influenciam o movimento de avanço dos elétrons livres no interior da rede cristalina, sendo eles: “o espaçamento disponível para o movimento dos elétrons livres e a sua velocidade térmica, o número de íons e de elétrons livres disponíveis por unidade de volume, e a intensidade do campo elétrico.” (GREF, 2005, p. 62). Macroscopicamente, esses elementos são representados pelo tipo de material de que é feito o condutor metálico, suas características geométricas, sua temperatura, a tensão elétrica a que está submetido, e a corrente elétrica em seu interior.

Os condutores metálicos utilizados nos resistores dos chuveiros elétricos são constituídos de uma única liga metálica de níquel e cromo, e apresentam a mesma espessura ao longo de todo o seu comprimento. A resistência destes condutores não depende da tensão elétrica nem da corrente elétrica, permanecendo praticamente constante para certa faixa de temperatura. Os condutores com essa característica são denominados ôhmicos. Desse modo, o único elemento que influencia a resistência elétrica dos resistores utilizados no chuveiro elétricos é o comprimento do condutor, visto que todos os outros elementos são constantes. A Equação 3, conhecida como Segunda Lei de Ohm, leva em conta a resistividade elétrica ρ do material que constitui o resistor, o comprimento l , de seção transversal S , relacionando os elementos que influenciam na resistência R do condutor à passagem de corrente elétrica.

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S} \quad \dots(3)$$

Desta relação, pode-se inferir que quanto maior o comprimento do resistor, maior será a sua resistência elétrica, ou seja, que o comprimento do condutor é diretamente proporcional à resistência. Portanto, quando se altera o comprimento do resistor através dos interruptores nos chuveiros elétricos, a grandeza física que está sendo manipulada é a resistência elétrica. Combinando a expressão da potência (Equação 1) com a da Primeira Lei de Ohm (Equação 2), obtêm-se a relação existente entre a potência P dissipada no resistor, a resistência elétrica R , e a corrente elétrica i (Equação 4).

$$P = R.i^2 \quad \dots(4)$$

Quando o condutor metálico é feito de um único material de seção transversal S constante, o aumento do comprimento l deste condutor, à tensão constante, diminui o campo elétrico E no interior do mesmo ($E = U/l$). Isso corresponde a uma diminuição da intensidade da força elétrica F que age sobre os elétrons ($\vec{F} = q.\vec{E}$), e conseqüentemente, uma diminuição da velocidade média dos elétrons livres. Por outro lado, a corrente elétrica i é proporcional à velocidade média \bar{v} ($i = q.n.S.\bar{v}$), o que faz com que esta diminua com o aumento do comprimento do condutor. Assim, a corrente elétrica e o comprimento do condutor são inversamente proporcionais.

Isso está de acordo com a forma como são construídos os chuveiros elétricos convencionais, nos quais a ligação que corresponde à posição do interruptor que proporciona menor aquecimento (normalmente denominada *verão*) se utiliza um resistor de maior comprimento para obtenção de uma menor temperatura da água do banho. Como nesse caso o módulo da força elétrica sobre os elétrons livres é menor, a corrente elétrica também será menor. Assim, o aumento da sua energia cinética será menor e, conseqüentemente, a energia cinética transferida aos íons da rede também será menor, se comparada à ligação que corresponde à posição do interruptor que proporciona maior aquecimento (normalmente denominada *inverno*).

O circuito elétrico do chuveiro é fechado somente quando o registro de água é aberto. A pressão da água liga os contatos elétricos através de um diafragma. Além disso, o registro de água, também permite regular o aquecimento da água nos chuveiros elétricos, aumentando-se ou diminuindo-se a vazão de água. Sendo a vazão, o volume de água que escoar através do chuveiro por unidade de tempo, a

sua relação com a temperatura de saída da água será inversamente proporcional. Ou seja, quanto maior a vazão menor será a temperatura, e quanto menor a vazão maior será a temperatura da água do banho.

2.3 O MODELO MATEMÁTICO DA ANIMAÇÃO INTERATIVA

O *software* denominado *Um Banho de Efeito Joule* é um simulador de um chuveiro elétrico, que executa cálculos pré-determinados através de um modelo matemático. Foi desenvolvido, utilizando como ponto de partida as informações sobre as condições de funcionamento dos chuveiros elétricos, presentes nos manuais de instruções e nas etiquetas dos aparelhos.

As variáveis de entrada (*input*) do *software* são as grandezas físicas que estabelecem as condições de funcionamento do chuveiro elétrico simulado, sendo estas: a tensão elétrica de funcionamento do chuveiro; a potência elétrica dissipada; e a vazão de água, bem como a temperatura ambiente da água na rede hidráulica. As variáveis de saída (*output*) foram consideradas as incógnitas do modelo matemático, sendo estas: a corrente elétrica, a temperatura de saída da água no chuveiro elétrico, e o custo da energia elétrica para uma hora de uso do chuveiro elétrico.

A corrente elétrica i (em *ampère*) que percorre o resistor é calculada pelo simulador através da Equação 1: $i = P/U$, onde P é a potência elétrica (em *watt*) e U é a tensão elétrica (em *volt*).

A unidade de medida, utilizada pelas concessionárias de energia elétrica no Brasil, para aferir o consumo de energia elétrica dos aparelhos é o kWh, que corresponde à potência P do aparelho (em *kW*) multiplicado pelo tempo t (em *h*) de uso do mesmo. Os valores das tarifas homologadas pela ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), são expressos na unidade $R\$/kWh$ (reais por quilowatt-hora). Desse modo, o custo da energia elétrica é calculado para uma hora de uso do chuveiro elétrico através da expressão: $custo = tarifa.P.t$. A tarifa utilizada foi de

0,4R\$/kWh, que corresponde à tarifa média nacional das concessionárias de energia elétrica.

Para o cálculo da temperatura de saída da água no chuveiro elétrico a expressão matemática utilizada foi deduzida através das seguintes equações:

Em primeiro lugar, a quantidade de calor Q (em *joule*) que certa massa m (em *quilogramas*) de água, cujo calor específico c é $4190 J/kg^{\circ}C$, absorve para aquecer uma temperatura ΔT (em *grau Celsius*)⁵ é:

$$Q = m.c.\Delta T \quad \dots(5)$$

Como o “calor é a energia que é transferida entre um sistema e seu ambiente” (HALLIDAY et al., 1996, p. 183), a quantidade de calor Q pode ser calculada como o produto da potência P pelo tempo t de uso do chuveiro:

$$Q = P.t \quad \dots(6)$$

A massa de água m (em *quilograma*) pode ser escrita como o produto de sua massa específica μ ($1000 kg/m^3$) pelo seu volume V (em m^3):

$$m = \mu.V \quad \dots(7)$$

Igualando-se as equações 5 e 6, e substituindo a massa m pela equação 7, temos:

$$P.t = \mu.V.c.\Delta T \quad \dots(8)$$

Ou, se chamarmos T_s a temperatura de saída da água e T_a a temperatura ambiente da água na rede hidráulica:

$$P.t = \mu.V.c.(T_s - T_a) \quad \dots(9)$$

Isolando-se a potência P na Equação 9, obtemos:

$$P = \mu.\frac{V}{t}.c.(T_s - T_a) \quad \dots(10)$$

⁵ O Sistema Internacional de Unidades (SI) define para temperatura termodinâmica a unidade kelvin (símbolo K), contudo utilizou-se nesta dedução a temperatura Celsius considerando o contato dos alunos com esta unidade.

Sendo a razão entre o volume V e o tempo t denominada vazão Φ (em m^3/s), podemos escrever que:

$$P = \mu \cdot \Phi \cdot c \cdot (T_s - T_a) \quad \dots(11)$$

Isolando T_s , temos enfim a temperatura de saída da água no chuveiro elétrico:

$$T_s = \frac{P + \mu \cdot \Phi \cdot c \cdot T_a}{\mu \cdot \Phi \cdot c} \quad \dots(12)$$

Utilizando-se estas equações como modelo matemático empregado no simulador, é possível determinar todas as variáveis de saída através da execução do *software*.

3 METODOLOGIA

A proposta pedagógica desenvolvida neste trabalho com o intuito de implementar o uso de um objeto de aprendizagem para introduzir conceitos de eletricidade e calorimetria aos alunos da oitava série do Ensino Fundamental, utilizando como objeto de estudo o chuveiro elétrico, considerou as três condições necessárias para que ocorra uma aprendizagem significativa: (i) o conhecimento prévio do aluno; (ii) o material ser potencialmente significativo; e (iii) a disponibilidade do aluno em conectar os novos conceitos na sua estrutura cognitiva. Esta atitude de aprender depende dos interesses do indivíduo, e pode ser motivada quando o material apresentado possibilita ao aprendiz identificar relações com o seu cotidiano.

Esta proposta foi aprovada pela supervisão pedagógica de uma Escola particular de Porto Alegre, na qual tivemos a oportunidade de realizar três encontros com as duas turmas de oitava série da Escola (identificadas pela autora como Turma A e Turma B) nos horários normais de aula. A Turma A é composta por 39 alunos com faixa etária entre 13 e 16 anos, e a Turma B é composta por 35 alunos com idades entre 13 e 15 anos, contando com a participação total de 74 sujeitos de pesquisa. As turmas possuem dois períodos semanais de Física, com 50 minutos cada, sendo que os períodos da Turma A são os dois primeiros de segunda-feira, e os da Turma B são os dois últimos de quarta-feira (após o período da aula de Educação Física).

Em cada encontro, os alunos foram solicitados a responder um questionário, cujas respostas possibilitaram uma análise relativa ao cumprimento das condições visando uma aprendizagem significativa. No primeiro encontro foram focalizados os interesses dos alunos, suas concepções sobre a Física, e os seus conhecimentos prévios sobre o funcionamento do chuveiro elétrico. No segundo encontro, realizado no Núcleo de Informática Educacional (NIE) da Escola, os alunos interagiram com o objeto de aprendizagem e responderam a alguns questionamentos em relação ao

tema. No último encontro, realizado uma semana após a atividade, as questões propostas tinham como objetivos verificar as concepções dos alunos relativas ao conteúdo trabalhados por meio do objeto de aprendizagem e à avaliação da proposta de ensino.

Nas próximas seções, serão detalhados os encontros e os instrumentos de coleta de dados utilizados.

3.1 O PRIMEIRO ENCONTRO E O INSTRUMENTO DE SONDAÇÃO

Foi elaborado um instrumento de sondagem com seis perguntas discursivas, que possibilitaram identificar os interesses dos alunos (perguntas 1 e 2), suas concepções sobre a Física (perguntas 3, 4 e 5), e os seus conhecimentos prévios sobre o funcionamento do chuveiro elétrico (pergunta 6). Tais perguntas estão dispostas no quadro 1 abaixo.

Número	Pergunta
1	A Escola é importante para a profissão que você gostaria de exercer? Por quê?
2	Por qual(is) matéria(s) você se interessa mais? Por quê?
3	Qual(is) assunto(s) você gostaria que fosse(m) tratado(s) nas aulas de Física?
4	Em sua opinião é fácil aprender Física? Justifique sua resposta.
5	Em sua opinião é possível usar no cotidiano os conhecimentos adquiridos estudando Física? Cite exemplos.
6	Faça um comentário sobre o que você sabe sobre o funcionamento do chuveiro elétrico.

Quadro 1. Perguntas discursivas para a identificação dos interesses dos alunos, suas concepções sobre a Física e seus conhecimentos prévios específicos.

No primeiro encontro com as turmas, explicamos aos alunos que seria o primeiro de três encontros para desenvolver uma atividade de aprendizagem em Física no NIE, utilizando como recurso pedagógico animações interativas.

Solicitamos, então, que respondessem às perguntas do instrumento de sondagem individualmente, o mais completo possível, e que não estaríamos avaliando se a resposta estava correta, mas sim a participação na atividade. Os alunos tiveram 30 minutos para responder as seis perguntas. No restante do período, o professor titular da turma deu aula convencional sobre o conteúdo curricular programado.

3.2 O SEGUNDO ENCONTRO: UTILIZANDO O OBJETO DE APRENDIZAGEM.

O objeto de aprendizagem intitulado *Um Banho de Efeito Joule* é uma animação interativa, na qual um personagem toma banho em um chuveiro elétrico, enquanto o usuário manipula certas variáveis que determinam a temperatura da água do banho e o consumo de energia elétrica. A animação foi planejada para ter um caráter lúdico, mas, ao mesmo tempo, permitindo que o estudante relacione certas grandezas envolvidas na situação apresentada e avalie o impacto econômico e ambiental de suas escolhas.

A seguir descreveremos o segundo encontro, iniciando com a apresentação do objeto de aprendizagem, seu uso e o questionário correspondente.

3.2.1 A Estrutura do Objeto de Aprendizagem

O objeto de aprendizagem foi desenvolvido pela autora, seguindo os padrões e o *design* pedagógico estabelecidos pela Rede Interativa Virtual de Educação (RIVED). A idéia do formato do objeto de aprendizagem surgiu a partir de consultas ao site do RIVED e à internet, e gerou um objeto de aprendizagem estruturado através de quatro estratégias pedagógicas: animação introdutória (organizador prévio), animação interativa, texto explicativo (apoio teórico), e questões. A animação interativa pretende proporcionar uma atividade relacionada ao cotidiano do estudante, envolvendo um personagem tomando banho em um chuveiro elétrico.

A animação introdutória tem o papel do *organizador prévio*, visto que “serve de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber.” (MOREIRA, 1999a, p.155). O personagem da animação questiona o aluno (usuário) sobre a preservação da natureza, a economia de energia elétrica e os recursos naturais, levando-o à reflexão sobre o seu papel na sociedade e a importância dos conhecimentos de Física para uma consciência cidadã, o que vem ao encontro dos PCNs (BRASIL, 2000). Em um trecho do seu discurso, o personagem diz: “Ao tomar banho no chuveiro elétrico é comum que as pessoas usem o ajuste da temperatura no máximo, independentemente da estação do ano, regulando a temperatura do banho pela vazão de água.” (Figura 2).



Figura 2. Interface da animação introdutória.

O chuveiro elétrico é um aparelho comum no cotidiano da maioria dos estudantes, e de funcionamento muito simples. A animação introdutória pretende estabelecer, então, uma relação entre o uso cotidiano do chuveiro e o uso racional através da compreensão dos conceitos envolvidos no seu funcionamento.

A animação interativa, cuja interface pode ser visualizada na Figura 3, permite que o aluno modifique as variáveis envolvidas no aquecimento da água do banho em um chuveiro elétrico. Os valores são alterados movendo-se os botões deslizantes. Pode-se regular a tensão elétrica, a potência elétrica, a vazão de água e a temperatura ambiente da água na rede hidráulica (antes de ser aquecida pelo chuveiro elétrico), e deve-se clicar no botão *Iniciar* para que os valores selecionados sejam utilizados no cálculo da temperatura da água do banho, da corrente elétrica e

do custo da energia elétrica. Para utilizar outros valores deve-se primeiro clicar no botão *Parar*, finalizando a simulação. Nesta animação é simulado o movimento do registro de água, a vazão de água, e as reações do personagem é indicada por efeitos sonoros e visuais conforme a sensação térmica do personagem.



Figura 3. Interface da animação interativa.

Durante a interação com a animação, os alunos tinham a possibilidade de realizar as seguintes atividades:

(i) *Selecionar a tensão do chuveiro (110V ou 220V)*: O aluno devia selecionar a tensão do chuveiro conforme a tensão elétrica disponível em sua residência. Este é um controle, em princípio, dispensável, porém é importante para a contextualização do objeto de aprendizagem. Espera-se que o estudante conheça a tensão presente na sua rede elétrica, embora talvez ainda não consiga correlacionar esta tensão com a corrente elétrica exigida pelo chuveiro. Imagina-se que, posteriormente, o estudante faça experiências (mudanças) com esta tensão, podendo, provavelmente, dar-se conta da dependência entre a corrente e a tensão.

(ii) *Regular a potência do chuveiro (de 3050W a 7000W)*: Este é um item que também apela para a contextualização, pois, em geral, os chuveiros possuem algum controle de potência. Embora a maioria dos chuveiros tenha duas ou três posições de potência, apenas, já existem no mercado modelos com variação contínua de potência, desde zero até o máximo do aparelho. Nesta animação estabelecemos os limites dos chuveiros mais comuns do mercado, que correspondem provavelmente aos chuveiros conhecidos pela maioria dos estudantes. Variando a potência, o

estudante poderia verificar que a temperatura da água se modifica proporcionalmente, assim como o custo do banho. A temperatura da água é indicada por um termômetro e pela expressão corporal e facial do personagem.

(iii) *Regular a vazão de água (de 3 a 8 litros/min)*: Este ajuste equivale à atuação do usuário sobre o registro hidráulico do chuveiro, e os limites são os mesmos definidos pelos chuveiros elétricos convencionais. Ao variar esta grandeza a temperatura da água varia também, o que é demonstrado pelo termômetro e pela expressão corporal e facial do personagem, e alterações no fluxo de água. O estudante poderia inferir que para uma mesma potência podem-se conseguir temperaturas diferentes simplesmente manipulando-se a vazão de água. Se o conceito de vazão não for claro para o estudante, espera-se que esta seja a oportunidade de torná-lo.

(iv) *Indicar a temperatura ambiente (de 5°C a 30°C)*: Os estudantes percebem a necessidade de ajustes nos seus chuveiros conforme a estação do ano. Inclusive alguns destes eletrodomésticos trazem em seus controles as indicações *inverno* e *verão*. Nesta animação o estudante teve a oportunidade de variar a temperatura ambiente simulando a variação das estações do ano, e tinha condições de avaliar a necessidade de maior consumo de energia na estação mais fria para garantir um banho de qualidade.

(v) *Verificar a corrente elétrica*: Os estudantes podiam verificar que a corrente elétrica é inversamente proporcional à tensão de alimentação, para uma dada potência. Está implícito que a resistência elétrica do chuveiro muda conforme a tensão de alimentação, mas isto é explorado no texto explicativo.

(vi) *Verificar a temperatura do banho*: A manipulação dos valores das variáveis envolvidas no funcionamento do chuveiro elétrico culmina com certa temperatura do banho, que deve ser o referencial que delimita as condições de uso racional do chuveiro.

(vii) *Verificar o custo do banho*: O aluno devia verificar o valor do custo de uma hora de banho, que foi definido em função do preço médio nacional do kWh divulgado pela ANEEL. Com isto se espera um aumento na conscientização sobre a necessidade de economia de energia e redução do tempo de banho.

O texto explicativo é um apoio teórico para o aluno ter uma maior compreensão sobre o funcionamento do chuveiro elétrico, através da interação entre os novos conceitos apresentados no texto e as observações feitas durante a manipulação das variáveis na animação interativa. No texto explicamos como ocorre a conversão de energia elétrica em calor, e as relações entre a potência elétrica, o comprimento do resistor, a corrente elétrica e o aquecimento da água. Além disso, é esclarecida a influência da vazão de água na temperatura do banho, mostrando ao aluno como regular o aquecimento da água de forma eficiente, que possibilita reduzir o valor da conta de luz no final do mês. No objeto de aprendizagem este recurso pedagógico foi denominado *Saiba Mais*, e incluímos imagens ilustrativas, como pode ser visto na Figura 4.



Figura 4. Interface da seção *Saiba Mais* do material.

A seção de questões é composta por seis perguntas objetivas de múltipla escolha, com três opções de resposta para cada pergunta. As perguntas e as opções de respostas estão dispostas no quadro 2, com as respostas corretas assinaladas em negrito.

Perguntas	Opções de Respostas
<p>Para regular a temperatura do seu banho você pode mudar apenas a potência elétrica e a vazão de água, pois a tensão elétrica de sua residência é fixa. A potência você altera quando coloca o interruptor na posição verão ou inverno (dependendo do modelo do seu chuveiro), e a vazão abrindo mais ou menos o registro.</p> <p>1) Suponha que o interruptor tenha quebrado na posição verão, em pleno inverno. Como você irá aumentar a temperatura do seu banho?</p>	<p>a) Abrindo completamente o registro. b) Abrindo mais o registro, aumentando a vazão. c) Fechando um pouco o registro, diminuindo a vazão.</p>
<p>2) Agora, suponha que a água na sua caixa d'água esteja em nível baixo fazendo com que a vazão esteja fraca e a água muito quente. Como você irá diminuir a temperatura da água para poder tomar o seu banho?</p>	<p>a) Colocando o interruptor na posição verão, diminuindo a potência elétrica. b) Colocando o interruptor na posição verão, aumentando a potência elétrica. c) Colocando o interruptor na posição inverno, aumentando a potência elétrica.</p>
<p>3) O Efeito Joule é o fenômeno pelo qual</p>	<p>a) a natureza é preservada. b) a energia elétrica é transformada em calor. c) a temperatura da água varia com a mudança de vazão.</p>
<p>4) Vimos que em chuveiros tradicionais o controle da potência, e conseqüentemente da temperatura do banho, é feito pela variação do comprimento do resistor. Aumentando o comprimento do resistor, o valor da potência elétrica deverá</p>	<p>a) Diminuir b) Aumentar c) Permanecer o mesmo</p>
<p>5) Os chuveiros elétricos podem ser fabricados para funcionar sob tensão elétrica de 110V ou 220V. Suponha dois chuveiros com as seguintes informações dos fabricantes: chuveiro A (4.000W – 110V) e chuveiro B (4.000W – 220V). O valor da corrente elétrica que circula no chuveiro A é _____ valor da corrente elétrica que circula no chuveiro B.</p>	<p>a) o mesmo b) a metade do c) o dobro do</p>
<p>6) Para diminuir o consumo de energia elétrica no seu banho, e aumentar a sua mesada, você pode</p>	<p>a) diminuir o comprimento do resistor. b) diminuir o tempo do banho. c) diminuir a tensão de alimentação do chuveiro.</p>

Quadro 2. Perguntas objetivas de múltipla escolha e as opções de resposta que compõem a seção *Perguntas* do objeto de aprendizagem.

Este recurso possibilita que o aluno, no final da atividade, verifique o seu processo de aprendizagem, além de incentivá-lo a navegar novamente pelo objeto de aprendizagem buscando responder às perguntas. Após a última pergunta, é apresentado um recado motivador que varia conforme o número de acertos. Na tela intitulada *Perguntas* (Figura 5), o aluno deve selecionar uma resposta e clicar no botão *Próximo* para seguir para a pergunta seguinte.

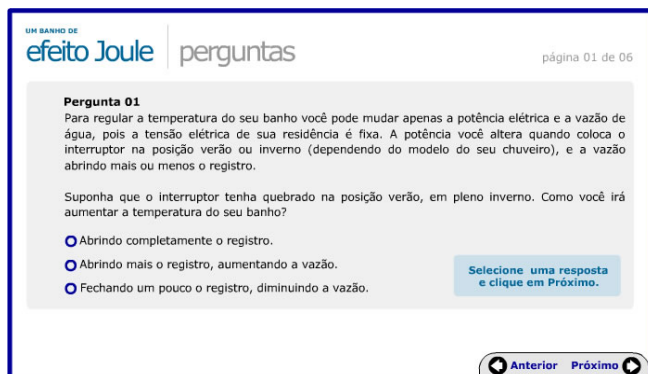


Figura 5. Interface da seção *Perguntas* do material.

A navegação entre os diferentes componentes que estruturam o objeto de aprendizagem é feita através dos botões *Anterior* e *Próximo*, e permite ao estudante consultar a animação introdutória, a animação interativa, o texto explicativo e as questões na ordem que preferir, conforme diagrama apresentado na Figura 6. Esta interação permite que o aluno investigue o material potencialmente significativo, facilitando a conexão do novo conhecimento com a estrutura cognitiva do aprendiz.

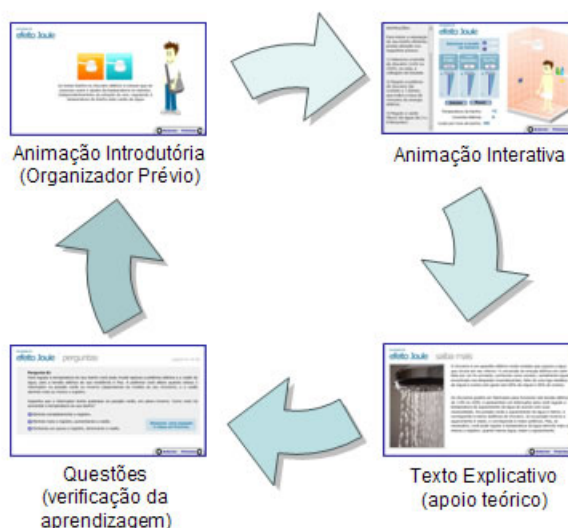


Figura 6. Diagrama que ilustra a navegação entre os recursos pedagógicos do objeto de aprendizagem.

Este vai e vem entre os recursos que integram o material é importante para desenvolver no aluno uma atitude reflexiva que possibilita a construção de um conhecimento mais fundamentado.

3.2.2 O Segundo Encontro com a Turma A

Antes do início da aula, o *software* foi instalado em 10 computadores do NIE, pois dispúnhamos de apenas dois períodos de 50 minutos.

Em sala de aula, conversamos rapidamente com os alunos sobre a atividade que seria realizada e avisamos que deveriam levar material para anotações. No primeiro período, os alunos com número de chamada de 1 a 20 foram até o NIE, enquanto o restante da turma permaneceu fazendo exercícios em sala de aula sobre o conteúdo curricular programado pelo professor titular da turma. No segundo período, invertemos os grupos.

A escolha de implementar o uso do objeto de aprendizagem com metade da turma em cada momento, teve como objetivo melhor atender aos alunos, respondendo às dúvidas e orientando a aprendizagem. Além disso, como a atividade foi realizada no horário de aula, o conteúdo pôde ser desenvolvido sem que houvesse atraso no plano de trabalho do professor.

No NIE, pedimos para os alunos se reunirem em duplas, e que cada dupla trabalhasse em um computador. Explicamos que a interatividade do objeto de aprendizagem ocorre através dos botões, e que deveriam assistir à animação introdutória, seguindo as instruções para realizar a atividade corretamente.



Figura 7. Fotografia de uma dupla de alunos da Turma A interagindo com o objeto de aprendizagem.

Enquanto os alunos interagem com o objeto de aprendizagem, passávamos em cada dupla questionando-os sobre alguns aspectos relevantes, respondendo dúvidas, e mostrando um resistor de chuveiro elétrico (Figura 8). No resistor, identificamos com etiquetas os pontos de atuação do interruptor, para que os alunos visualizassem como ocorre a variação da potência elétrica quando, por exemplo, mudamos a posição do interruptor de *verão* para *inverno*.



Figura 8. Fotografia do resistor apresentado aos alunos.

Mesmo não sendo o foco deste trabalho, julgamos imprescindível apresentar um objeto real (resistor) para os alunos a fim de ajudá-los a ancorar o novo conhecimento, visto que muitos deles nunca tinham observado um resistor de chuveiro elétrico. No texto explicativo afirmamos que o resistor de chuveiro elétrico é

semelhante àquele encontrado nas lâmpadas incandescentes. Entretanto, esta comparação requer certo grau de abstração por parte do aluno, sendo insuficiente para a compreensão de como ocorre a variação do comprimento do resistor quando alteramos a potência elétrica do chuveiro.

Entregamos a cada dupla um instrumento de pesquisa com cinco perguntas, sendo quatro perguntas discursivas e uma pergunta de complementação. Estas perguntas, dispostas no Quadro 3, foram elaboradas com o objetivo de orientar a atividade, levando os alunos a interagir com a animação interativa, a fim de buscar respostas que não estão no texto explicativo. Para isso, o aluno precisou:

(i) Relacionar as grandezas físicas envolvidas no aquecimento da água com o uso do chuveiro elétrico;

(ii) Comparar os valores da temperatura do banho, da corrente elétrica, e do custo da energia elétrica, obtidos de acordo com as diferentes condições de funcionamento do chuveiro elétrico, simuladas a partir dos valores de temperatura, potência e vazão selecionados;

(iii) Avaliar a influência da tensão elétrica na intensidade da corrente elétrica no chuveiro, e o tipo de relação estabelecida entre as duas grandezas físicas;

(iv) Identificar as alterações que devem ser feitas nas condições de funcionamento do chuveiro elétrico, que permita tomar um banho agradável em qualquer estação do ano;

(v) Verificar como ocorre a variação no comprimento do resistor de chuveiro elétrico, de acordo com a potência elétrica selecionada no chuveiro, e a influência desse comprimento no aquecimento da água.

Número	Pergunta															
1	Como regular, em um chuveiro elétrico, a temperatura do banho de forma eficiente?															
2	Quando você altera o valor da tensão (110V ou 220V), o que acontece com o valor da corrente elétrica?															
3	Em um chuveiro elétrico, qual a influência dos valores da potência e da vazão na temperatura do banho?															
4	Explique como deixar a temperatura do banho agradável reduzindo o custo da energia elétrica.															
5	<p>Complete a tabela abaixo usando adequadamente as palavras menor e maior.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Verão</th> <th>Inverno</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temperatura do banho</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Potência elétrica</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Corrente elétrica</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Comprimento do resistor</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Fonte: GREF (1998, p.28)</p>		Verão	Inverno	Temperatura do banho			Potência elétrica			Corrente elétrica			Comprimento do resistor		
	Verão	Inverno														
Temperatura do banho																
Potência elétrica																
Corrente elétrica																
Comprimento do resistor																

Quadro 3. Perguntas discursivas e de complementação que compunham o instrumento de pesquisa aplicado com a Turma A no segundo encontro.

3.2.3 O Segundo Encontro com a Turma B

No encontro com a Turma B modificamos algumas etapas da metodologia desenvolvida e aplicada com a Turma A, com base nos obstáculos vivenciados com essa última turma. Portanto, destacamos nessa seção apenas as etapas que foram alteradas.

Na preparação dos computadores, optamos por deixar os monitores desligados, como estratégia para que os alunos prestassem atenção nas orientações iniciais, antes de começar a atividade. No quadro colocamos definições de tensão, potência e vazão, de forma simplificada, relacionadas com o cotidiano dos alunos, e destacamos o que é a temperatura inicial na simulação. Visto que, embora estas informações estivessem nas instruções de uso da animação interativa, durante a atividade com a Turma A, percebemos que, devido ao tempo reduzido para o uso do objeto de aprendizagem, os alunos não liam as instruções. Então para

melhorar a compreensão do funcionamento do chuveiro elétrico, introduzimos as seguintes definições:

- (i) Tensão – voltagem da rede elétrica (tomada);
- (ii) Potência – quantidade de energia elétrica utilizada (pelo chuveiro) por segundo;
- (iii) Vazão – quantidade de água que escoar pelo chuveiro por minuto (fluxo de água);
- (iv) Temperatura inicial da água – refere-se à temperatura da água na tubulação da rede hidráulica, antes de ser aquecida no chuveiro elétrico.

Como o período de Física da Turma B é após a aula de Educação Física, tivemos que administrar duas questões que poderiam dificultar a realização da atividade. A primeira é o tempo, visto que o ginásio da Escola é longe da sala de aula, e que os alunos demoram em retornar da Educação Física. A segunda é a agitação da turma. Então, preferimos conversar sobre a atividade no NIE, para o qual levamos os primeiros 17 alunos que chegaram a sala de aula. E no segundo período, invertemos os grupos, e fizemos as explicações necessárias ao segundo grupo no NIE.

No NIE, deixamos os alunos interagirem livremente durante 20 minutos no objeto de aprendizagem, orientando apenas que observassem as relações entre as grandezas físicas envolvidas no aquecimento da água, respondendo algumas dúvidas e mostrando o resistor. Desta forma, os alunos realizaram a atividade de forma despreocupada, pois não estavam sendo avaliados. No segundo momento, entregamos para as duplas o instrumento de pesquisa e canetas (pois os alunos vieram após a Educação Física, sem material para anotações), deixando 30 minutos para que respondessem às perguntas.

Este instrumento de pesquisa não foi o mesmo utilizado com a Turma A. Os alunos da Turma A apresentaram dificuldades em estabelecer relações entre as grandezas físicas envolvidas no aquecimento da água, e em explicar corretamente a influência dessas grandezas no funcionamento do chuveiro elétrico. Tendo em vista estas dificuldades, alteramos algumas perguntas, e modificamos a ordem destas

perguntas no instrumento de pesquisa utilizado com a Turma B, conforme pode ser verificado no Quadro 4. As alterações foram feitas com o objetivo de orientar a atividade, levando o aluno a interagir com a animação interativa, buscando, inicialmente, compreender a influência de cada grandeza física envolvida no aquecimento da água no chuveiro elétrico, para que, num segundo momento, fosse capaz de explicar todo o processo, identificando as relações entre as grandezas físicas, conforme aumentamos o grau de abstração exigido. Permitindo, desse modo, que o aluno percebesse a influência do uso racional do chuveiro elétrico na economia de energia elétrica.

Número	Pergunta															
1	<p>Complete a tabela abaixo usando adequadamente as palavras menor e maior.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Verão</th> <th>Inverno</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temperatura do banho</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Potência elétrica</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Corrente elétrica</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Comprimento do resistor</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Fonte: GREF (1998, p.28)</p>		Verão	Inverno	Temperatura do banho			Potência elétrica			Corrente elétrica			Comprimento do resistor		
	Verão	Inverno														
Temperatura do banho																
Potência elétrica																
Corrente elétrica																
Comprimento do resistor																
2	Em qual estação, verão ou inverno, você acredita que o consumo de energia pelo chuveiro elétrico seja maior? Por quê?															
3	Explique como se deve regular a temperatura do banho em um chuveiro elétrico.															
4	Explique como deixar a temperatura do banho agradável no inverno reduzindo o custo da energia elétrica.															
5	Quando você altera o valor da tensão (110V ou 220V), o que acontece com o valor da corrente elétrica?															

Quadro 4. Perguntas discursivas e de complementação que compunham o instrumento de pesquisa aplicado com a Turma B no segundo encontro.

3.3 O TERCEIRO ENCONTRO: AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE.

Devido ao atraso no plano de trabalho do professor titular das turmas, e à melhor aceitação da proposta metodológica por parte da Turma B, apenas os alunos dessa turma responderam às questões formuladas para o terceiro encontro.

O terceiro encontro com a Turma B ocorreu uma semana depois da atividade utilizando o objeto de aprendizagem digital sobre o chuveiro elétrico. Neste encontro, o professor cedeu 20 minutos do seu período para que os alunos respondessem às duas questões que constam no Quadro 5.

Número	Pergunta
1	Explique, com as suas palavras, o que você lembra sobre o funcionamento do chuveiro elétrico.
2	Faça um comentário sobre o que você achou da atividade sobre o chuveiro elétrico.

Quadro 5. Perguntas discursivas propostas no terceiro encontro da Turma B.

4 RESULTADOS E ANÁLISES

Ao longo deste capítulo, são apresentadas e discutidas as categorias que emergiram a partir da análise das respostas, bem como as dificuldades dos alunos durante os encontros.

4.1 INSTRUMENTO DE SONDAAGEM

A análise das respostas dos alunos à pergunta 1, nos possibilitou formar quatro categorias de respostas, dispostas na Tabela 1. Tais categorias refletem a relação que eles estabeleceram entre a escola e o futuro profissional, bem como a importância do que é aprendido na escola para o cotidiano deles.

Tabela 1. Categorias de respostas dos alunos à pergunta 1 do instrumento de sondagem e respectivo número de alunos.

Categorias de respostas	Turma A Nº de alunos (%)	Turma B Nº de alunos (%)
Relaciona a escola como um todo com a profissão	19 (49%)	23 (66%)
Relaciona certos conteúdos com certas profissões	7 (18%)	10 (29%)
Não identifica relação da profissão com a escola	5 (12%)	-
Não responde à pergunta	8 (21%)	2 (5%)

A maioria dos alunos (49% dos alunos da Turma A e 66% dos alunos da Turma B) relaciona a escola como um todo com a profissão. Isso pôde ser percebido em respostas como:

“Sim, a escola é muito importante para qualquer profissão. Mas, para mim que quero fazer medicina, a escola é a melhor maneira de aprender tudo que preciso para ser uma boa profissional.”

A segunda categoria de respostas reflete um problema do sistema de ensino atual: a fragmentação do conhecimento. Alguns alunos (18% dos alunos da Turma A e 29% dos alunos da Turma B) relacionam certos conteúdos com certas profissões, ou seja, relacionam pontualmente. Destacando-se a seguinte resposta:

“Sim, pois eu vou fazer arquitetura ou engenharia civil e precisa de muita matemática.”

Apenas cinco alunos não identificaram uma relação entre o conhecimento adquirido na escola e um futuro profissional. Contudo suas justificativas levantam uma importante questão apontada pelos PCNs (BRASIL, 2000, p. 22): “o ensino está distanciado do mundo vivido pelos alunos”. A resposta de um aluno evidencia esse aspecto:

“Não, porque a profissão que eu pretendo exercer é relacionada com informática e criação de jogos. No colégio, eu não aprendo nada disso, eu aprendo por conta própria pela internet.”

A pergunta 2 foi analisada sob dois aspectos: (i) as matérias de maior interesse dos alunos, organizadas nos gráficos 1(a) e 1(b); e (ii) as justificativas para o interesse pela matéria, que foram categorizadas e organizadas na Tabela 2. Cabe ressaltar que alguns alunos citaram mais de uma matéria de interesse.

Quanto às matérias de maior interesse dos alunos destacam-se: Química (21 alunos), Educação Física (19 alunos), História (18 alunos), e Física (14 alunos). Entretanto, quando analisados os dados das duas turmas separadamente, percebe-se uma grande diferença nos interesses das turmas, que deve ser considerada, pois isto se refletiu durante a implementação do uso do objeto de aprendizagem no segundo encontro.

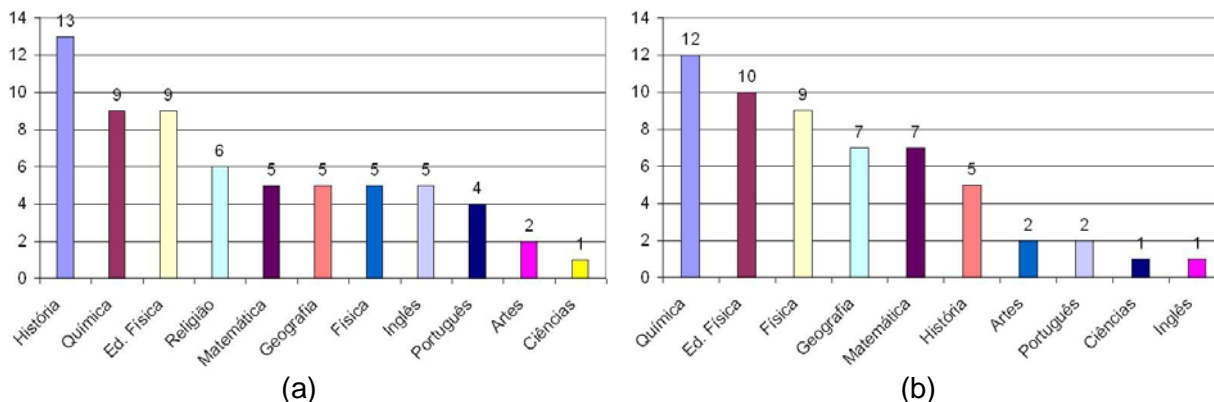


Gráfico 1. Categorias de respostas dos alunos à pergunta 2 do instrumento de sondagem. (a) Categorias da Turma A. (b) Categorias da Turma B.

A Turma B demonstrou maior interesse pelas Ciências Exatas, principalmente por Química (12 alunos), e como terceira mais citada a Física (9 alunos). Dentre as justificativas, destaca-se:

“Por Física e Química. Acho interessante o que aprendemos, às vezes até convivemos no dia-a-dia e nem sabemos, acho bem diferente.”

No entanto, a Turma A demonstrou maior interesse pelas Ciências Humanas, principalmente por História (13 alunos). Cabe ressaltar o interesse demonstrado por Religião (6 alunos), visto que não foi citado na Turma B. Tal interesse foi justificado da seguinte maneira:

“Religião traz muita paz e harmonia para a turma, e permite refletir sobre muitas coisas.”

Segundo a supervisora pedagógica da Escola, a Turma A apresenta dificuldades de relacionamento e de aprendizagem, que se repercute no comportamento da turma. Com base nas respostas dos alunos, percebe-se que eles estão insatisfeitos com esta situação, e que, provavelmente, as aulas de religião oportunizam conversar sobre estas dificuldades.

Tabela 2. Categorias de respostas dos alunos à pergunta 2 do instrumento de sondagem e respectivo número de alunos.

Categorias de respostas	Turma A	Turma B
	Nº de alunos (%)	Nº de alunos (%)
Mais interessante	15 (38%)	18 (51%)
Conhecimento	8 (21%)	8 (23%)
Mais fácil	7 (18%)	4 (11%)
Relação com a profissão	3 (8%)	3 (9%)
Bom professor	3 (8%)	-
Aplicação no cotidiano	2 (5%)	2 (6%)
Não responde à pergunta	5 (13%)	-

As categorias das justificativas dos alunos para o interesse pela matéria, estão dispostas na Tabela 2, sendo que a maioria dos alunos (38% dos alunos da Turma A e 51% dos alunos da Turma B) se interessa pela matéria citada por que o conteúdo está relacionado com assuntos do seu interesse, como por exemplo:

“História e Geografia, porque gosto de saber do mundo antigo e moderno.”

A relevância do conhecimento obtido a partir do estudo da matéria de interesse do aluno foi a segunda categoria mais mencionada (21% dos alunos da Turma A e 23% dos alunos da Turma B). Como pode ser percebido nesta justificativa:

“História, para ter um olhar crítico sobre o mundo e ser mais otimista, e Português, para conhecer melhor a língua e aperfeiçoar, assim, a leitura e a escrita.”

As respostas dos alunos à pergunta 3, foram agrupadas nas categorias que estão dispostas na Tabela 3, e possibilitaram identificar: (i) quais assuntos eles gostariam que fossem tratados nas aulas de Física; (ii) como eles gostariam que fossem as aulas de Física; e (iii) que eles desconhecem o que a Física estuda.

Tabela 3. Categorias de respostas dos alunos à pergunta 3 do instrumento de sondagem e respectivo número de alunos.

Categorias de respostas	Turma A	Turma B
	Nº de alunos (%)	Nº de alunos (%)
História da Ciência	1 (3%)	12 (34%)
Astronomia	2 (5%)	10 (29%)
Outros recursos pedagógicos	2 (5%)	5 (14%)
Teoria das cores	1 (3%)	2 (6%)
Física do cotidiano	8 (21%)	1 (3%)
Física contemporânea	-	1 (3%)
Eletricidade	2 (5%)	-
Não responde à pergunta	24 (62%)	8 (23%)

Verificamos, com as repostas dos alunos à pergunta 2, que a Turma B tem maior interesse pelas Ciências Exatas, o que pôde ser confirmado na análise das repostas das duas turmas à pergunta 3. A maioria dos alunos da Turma A (62%) não respondeu à pergunta 3, alegando desconhecer os assuntos que poderiam ser tratados. Dos 15 alunos que responderam à pergunta, 8 alunos gostariam de estudar assuntos relacionados ao cotidiano, por exemplo: o funcionamento de aparelhos como a televisão, o computador e o microondas.

Os assuntos mais mencionados pelos alunos foram: história da ciência (34% dos alunos) e astronomia (29% dos alunos). Além destes, 14% dos alunos fizeram referência a utilização de outros recursos pedagógicos nas aulas, tais como: filmes, experimentos e outros ambientes educacionais (conforme os alunos, um ambiente fora da sala de aula).

Podemos perceber as concepções dos alunos sobre a Física nas justificativas para a resposta da pergunta 4, na qual perguntamos aos alunos se é fácil aprender Física. A percentagem das repostas dos alunos está indicada no Gráfico 2; a maioria dos alunos (63% do número total de alunos) respondeu que não é fácil aprender Física.

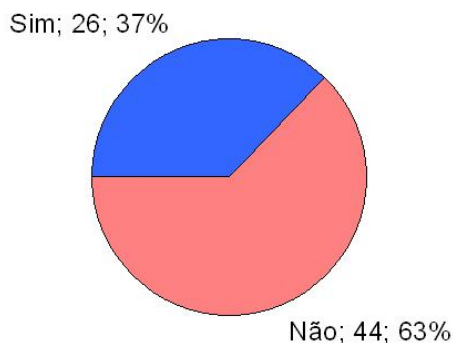


Gráfico 2. Percentagem das respostas dos alunos à pergunta 4 do instrumento de sondagem.

Dentre os alunos que responderam que não é fácil aprender Física, podemos classificar suas justificativas em cinco categorias dispostas na Tabela 4, que apontam as dificuldades percebidas por eles, além do tipo de ensino de Física que é priorizado.

Tabela 4. Categorias das justificativas dos alunos que responderam *não* à pergunta 4 do instrumento de sondagem e respectivo número de alunos.

Categorias de respostas	Nº de alunos (%)
Dificuldade com os cálculos	12 (27%)
Conteúdo complicado que exige abstrações	11 (25%)
Muitas fórmulas difíceis	10 (23%)
Precisa haver dedicação por parte do aluno	9 (20%)
O aluno deve ter raciocínio lógico	5 (11%)

As principais dificuldades citadas pelos alunos, foram: os cálculos (27% dos alunos), os conteúdos complicados (25% dos alunos) e as fórmulas (23% dos alunos), o que vem ao encontro das críticas sobre o ensino de Física (BRASIL, 2000, p. 22):

O ensino de Física tem-se realizado freqüentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, [...]. Enfatizando a utilização de fórmulas, em situações artificiais, desvinculando a linguagem matemática que essas fórmulas representam de seu significado físico efetivo.

A categoria *Precisa haver dedicação por parte do aluno*, refere-se à necessidade apontada pelos alunos de fazer exercícios repetitivos, para “que o

aprendizado ocorra pela automatização ou memorização e não pela construção do conhecimento [...].” (BRASIL, 2000, p. 22).

Dentre os alunos que responderam que é fácil aprender Física, podemos classificar suas justificativas em cinco categorias dispostas na Tabela 5. A análise destas categorias possibilitou identificar que os mesmos fatores que foram citados como empecilhos para a aprendizagem de Física, foram apontados como facilitadores. Como é o caso das categorias *É só saber as fórmulas* e *É só fazer exercícios*. Deixando claro que a aprendizagem ocorre pela automatização e memorização.

Tabela 5. Categorias das justificativas dos alunos que responderam *sim* à pergunta 4 do instrumento de sondagem e respectivo número de alunos.

Categorias de respostas	Nº de alunos (%)
Precisa haver interesse	8 (31%)
Depende do conteúdo	8 (31%)
Depende do professor	5 (19%)
É só saber as fórmulas	3 (12%)
É só fazer exercícios	2 (8%)

A maioria dos alunos (79%), respondeu, na pergunta 5, que é possível usar no cotidiano os conhecimentos adquiridos estudando Física, conforme a percentagem apresentada no Gráfico 3. Contudo, os exemplos citados demonstram uma limitação aos conteúdos aprendidos na oitava série, conforme pode ser analisado nas categorias dispostas na Tabela 6.

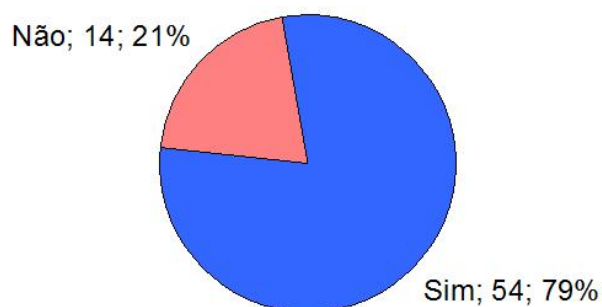


Gráfico 3. Percentagem das respostas dos alunos à pergunta 5 do instrumento de sondagem.

Os exemplos mais citados estão relacionados com a cinemática (46% dos alunos), sendo estes: viagens, meios de transporte, no trânsito, ultrapassagens. A segunda categoria mais mencionada pelos alunos é a tecnologia, cujos exemplos foram: performance de equipamentos, construções, eletrodomésticos, eletroeletrônicos.

Tabela 6. Categorias de respostas dos alunos que responderam *sim* à pergunta 5 do instrumento de sondagem e respectivo número de alunos.

Categorias de respostas	Nº de alunos (%)
Cinemática (em viagens, no trânsito)	25 (46%)
Tecnologia	7 (13%)
Tudo envolve Física	6 (11%)
Astronomia	4 (7%)
Queda de objetos	3 (6%)
Esportes	2 (4%)
Conversões de unidades	2 (4%)
Teoria das cores	1 (2%)
Não citou exemplos	8 (15%)

As respostas dos alunos à pergunta 6 possibilitaram identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o funcionamento do chuveiro elétrico, bem como as suas concepções alternativas. As respostas foram agrupadas em 7 categorias que estão organizadas na Tabela 7.

Tabela 7. Categorias de respostas dos alunos à pergunta 6 do instrumento de sondagem e respectivo número de alunos em cada turma.

Categorias de respostas	Turma A	Turma B
	Nº de alunos (%)	Nº de alunos (%)
Funciona com eletricidade	9 (23%)	20 (57%)
Aquece/esfria a água	18 (46%)	10 (29%)
Compara e/ou confunde com o chuveiro a gás	6 (15%)	7 (20%)
Abre-se o registro da água para ligar o chuveiro	9 (23%)	4 (11%)
A água passa pela resistência	3 (8%)	2 (6%)
Relaciona com choque elétrico	-	2 (6%)
Possui interruptor (verão/inverno)	5 (13%)	1 (3%)

As categorias indicam que os alunos relacionam alguns aspectos pontuais do funcionamento do chuveiro elétrico de forma desarticulada. A maioria dos alunos

(57%) desconhece como ocorre o aquecimento da água, e os fatores que influenciam na variação da temperatura, indicando apenas que o chuveiro necessita de eletricidade para funcionar. Contudo, foram apresentadas algumas explicações que estão de acordo com o modelo discutido neste trabalho.

A análise destas explicações permite identificar alguns conceitos prévios dos alunos que foram abordados posteriormente, durante a atividade com o objeto de aprendizagem. Alguns alunos identificam a influência da variação da potência na temperatura de saída da água, devido à mudança de posição dos interruptores no chuveiro, como na justificativa:

“Que aquece a água fria para tomar banho deixando a água quente, ou morna, ou gelada.”

A influência da vazão de água na temperatura de saída da água é explicada por outro aluno com base no uso cotidiano do chuveiro elétrico:

“À medida que se abre mais ou menos o registro, a água esquenta ou esfria. Acho que a água não está permanentemente aquecida.”

Além disso, o aluno apresenta uma questão de investigação: Será que a água está permanentemente aquecida no interior do chuveiro? Outro aluno levanta a seguinte questão: Por que podemos tomar um choque no chuveiro elétrico?

“Quando eu ligo o chuveiro e estou com uma unha ruída ou com algum machucado na mão, eu tomo um choque, mas não sei o porquê direito.”

Sobre o aquecimento da água, um aluno cria uma hipótese:

“Dentro do chuveiro deve haver algum mecanismo que esquenta a água.”

Um dos alunos apresenta uma explicação alternativa para o aquecimento da água, na qual contempla todos os componentes do chuveiro elétrico.

“A eletricidade chega pelos fios que são ligados ao interruptor, e chegam à resistência do chuveiro. A água chega pelo cano e é aquecida com o choque da resistência.”

Portanto, o instrumento de sondagem utilizado possibilitou identificar os interesses dos alunos, suas concepções sobre a Física, e suas concepções acerca do funcionamento do chuveiro elétrico.

4.2 MATERIAL POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVO: O USO DA ANIMAÇÃO INTERATIVA.

4.2.1 Resultados Obtidos com a Turma A

Durante a atividade com o objeto de aprendizagem cada dupla respondeu um instrumento de pesquisa com cinco perguntas. A análise das respostas possibilitou verificar se os alunos integraram significativamente as novas informações a sua estrutura cognitiva.

Na pergunta 1, os alunos deveriam estabelecer uma relação entre as grandezas físicas possíveis de ser manipuladas na animação interativa com o aquecimento da água (ou seja, com a temperatura de saída da água). Além disso, deveriam explicar como se deve fazer para tornar um banho eficiente, relacionando com a economia da energia elétrica e a preservação da natureza, conforme explicado na animação introdutória. As respostas das duplas foram agrupadas nas categorias dispostas na Tabela 8.

Tabela 8. Categorias de respostas das duplas à pergunta 1 do instrumento de avaliação da Turma A e respectivo número de duplas.

Categorias de respostas	Nº de duplas (%)
Regulando a vazão e/ou a potência	10 (53%)
Diminuindo a potência e regulando a vazão	5 (26%)
Regulando de acordo com a estação do ano	4 (21%)
Controlando a corrente elétrica no resistor	3 (16%)

A análise destas categorias permitiu identificar que os alunos tiveram dificuldades em relacionar todas as variáveis disponíveis na animação interativa com o assunto discutido na animação introdutória. A maioria das duplas (53%) explicou a regulação da temperatura variando a vazão e a potência sem relacionar com o consumo da energia elétrica ou com a estação do ano.

Contudo, 4 duplas (21%) identificaram a relação entre a regulação da temperatura de saída da água e a estação do ano, e 5 duplas (26%) identificaram que independentemente da estação do ano, se diminuir a potência do chuveiro elétrico e regular a temperatura de saída da água pela vazão de água, se reduz o consumo da energia elétrica.

Na pergunta 2, os alunos deveriam identificar a relação existente entre a tensão e a corrente elétrica, mantendo o valor da potência constante. Para isso, os alunos deveriam manipular as variáveis na animação interativa, fixando um valor de potência qualquer com o botão deslizante, e selecionando, primeiro um valor para a tensão depois o outro (110V ou 220V), e observando a alteração no valor da corrente elétrica. As respostas foram agrupadas em 3 categorias, que estão dispostas na Tabela 9.

Tabela 9. Categorias de respostas das duplas à pergunta 2 do instrumento de avaliação da Turma A e respectivo número de duplas.

Categorias de respostas	Nº de duplas (%)
O valor da corrente elétrica aumenta (diminui) em 110V (220V).	7 (37%)
O valor da corrente elétrica dobra (cai pela metade) em 110V (220V).	5 (26%)
Não responde corretamente à pergunta.	7 (37%)

A análise possibilita identificar que a maioria das duplas estabeleceu a relação entre a tensão e a corrente elétrica de forma correta, sendo que 37% das duplas explicaram que a corrente aumenta ou diminui, e 26% das duplas explicaram que a corrente dobra ou cai pela metade. Contudo, 37% das duplas não responderam corretamente a pergunta.

Na pergunta 3, os alunos deveriam explicar a influência da potência e da vazão na temperatura da água do banho. As respostas foram organizadas em 5 categorias,

que estão dispostas na Tabela 10. A análise destas categorias demonstra a dificuldade apresentada pelos alunos em: (i) entender o significado da palavra influência; e (ii) perceber como a variação da potência e da vazão influenciam os valores da temperatura de saída da água.

Tabela 10. Categorias de respostas das duplas à pergunta 3 do instrumento de avaliação da Turma A e respectivo número de duplas.

Categorias de respostas	Nº de duplas (%)
Potência maior, temperatura maior / potência menor, temperatura menor	6 (32%)
Vazão maior, temperatura menor / vazão menor, temperatura maior	3 (16%)
Aumenta ou diminui a temperatura da água	4 (21%)
Explica a influência no custo	2 (11%)
Explica potência e vazão	5 (26%)
Não responde corretamente à pergunta	

Dentre as categorias que emergiram das respostas dos alunos, apenas duas explicam corretamente a influência da potência e da vazão na temperatura da água. As outras três categorias incluem respostas nas quais os alunos não estabelecem as relações corretamente (26% das duplas), e não respondem o que está sendo perguntado, como a influência no custo da energia elétrica (21% das duplas) e os conceitos de potência e vazão (11% das duplas).

Na pergunta 4, os alunos deveriam relacionar diretamente a obtenção de uma temperatura do banho agradável com a redução do custo da energia elétrica. Verificou-se que: (i) 37% das duplas explicaram que diminuindo a potência e regulando a temperatura da água através da vazão de água obtêm-se uma temperatura do banho agradável, reduzindo o custo da energia elétrica; (ii) 26% das duplas explicaram que diminuindo a potência é possível reduzir o custo da energia elétrica, porém não explicaram como deixar o banho agradável; e (iii) 16% das duplas atribuíram à vazão a redução do custo da energia elétrica. Todas as categorias de respostas à pergunta 4 encontram-se na Tabela 11.

Tabela 11. Categorias de respostas das duplas à pergunta 4 do instrumento de avaliação da Turma A e respectivo número de duplas.

Categorias de respostas	Nº de duplas (%)
Diminuindo a potência e regulando a vazão	7 (37%)
Diminuindo a potência	5 (26%)
Diminuindo a vazão	3 (16%)
Diminuindo a vazão e regulando a potência	1 (5%)
Diminuindo o tempo do banho	1 (5%)
Não responde à pergunta	2 (11%)

Na pergunta 5, os alunos tiveram que completar uma tabela usando adequadamente as palavras menor e maior para relacionar: (i) a temperatura do banho; (ii) a potência elétrica; (iii) a corrente elétrica; e (iv) o comprimento do resistor; com as opções de seleção de temperatura da água dos chuveiros elétricos convencionais (*verão* e *inverno*). As respostas das duplas à pergunta 5 estão organizadas na Tabela 12.

Verifica-se nas respostas que nenhuma dupla apresentou dificuldade para identificar que na opção *verão* a temperatura da água do banho será menor do que na opção *inverno*. E apenas duas duplas não identificaram que a temperatura do banho está diretamente relacionada com o valor da potência elétrica. Percebe-se, no entanto, que os alunos não correlacionaram com o valor da corrente elétrica, visto que a maioria das duplas (53%) completou a tabela com *maior* corrente elétrica para a opção *verão*, e *menor* corrente elétrica para a opção *inverno*. Contudo, 84% das duplas identificaram corretamente a relação existente entre o comprimento do resistor e as opções de temperatura, estando relacionado, possivelmente, com a observação do resistor de chuveiro elétrico apresentado enquanto os alunos interagem com o objeto de aprendizagem.

Tabela 12. Respostas das duplas à pergunta 5 do instrumento de avaliação da Turma A e respectivo número de duplas.

	Verão	Inverno	Nº de duplas (%)
Temperatura do banho	menor	maior	19 (100%)
	maior	menor	0 (0%)
Potência elétrica	menor	maior	15 (88%)
	maior	menor	2 (12%)
Corrente elétrica	menor	maior	8 (47%)
	maior	menor	9 (53%)
Comprimento do resistor	maior	menor	16 (84%)
	menor	maior	3 (16%)

A identificação das dificuldades da Turma A, durante a atividade com o objeto de aprendizagem, para manipular as variáveis e estabelecer relações entre as grandezas provocou a seqüência das questões no instrumento de avaliação. Procuramos organizar as perguntas de forma que possibilitasse ao aluno estabelecer as relações entre as grandezas físicas envolvidas no aquecimento da água no chuveiro elétrico, aumentando o grau de abstração progressivamente. Além disso, a indisciplina e o comportamento inadequado dos alunos dificultaram a realização da atividade, bem como a falta de interesse pelas Ciências Exatas, evidenciada no instrumento de sondagem, repercutiram negativamente no rendimento desta turma.

4.2.2 Resultados Obtidos com a Turma B

Na análise dos resultados obtidos com a Turma B consideramos os seguintes aspectos: (i) o interesse dos alunos em relacionar os novos conceitos com o conhecimento prévio; (ii) o interesse demonstrado pelos alunos da Turma B por Ciências Exatas; (iii) a organização e o comportamento da turma; (iv) as mudanças no instrumento de pesquisa; e (v) a metodologia empregada.

Inicialmente, na sala de aula, os alunos mostraram-se interessados em realizar uma atividade fora daquele ambiente, e curiosos sobre qual seria o assunto. Os

alunos, também reunidos em duplas, ouviram atentamente as explicações sobre o objeto de aprendizagem, e esclareceram as dúvidas sobre os conceitos que haviam sido colocados no quadro.

Alguns alunos demonstraram maior curiosidade sobre o funcionamento do chuveiro elétrico motivados em encontrar respostas para a pergunta: “Por que podemos tomar um choque no chuveiro elétrico?”. Outros queriam entender a influencia da tensão no funcionamento dos equipamentos. E havia aqueles que responderam na sondagem que gostariam que fossem tratados assuntos relacionados ao cotidiano deles, incluindo o funcionamento dos eletrodomésticos. Tendo em vista a motivação e o interesse dos alunos, evidencio-se um melhor aproveitamento dos recursos pedagógicos disponibilizados, bem como uma melhor compreensão dos aspectos conceituais envolvidos no funcionamento dos chuveiros elétricos e dos demais aparelhos resistivos (aquecedores, secadores de cabelo, entre outros).

A pergunta 1 do instrumento de pesquisa utilizado com a Turma B permite avaliar se os alunos conseguem relacionar, com as palavras menor e maior, a temperatura do banho, a potência elétrica, a corrente elétrica, e o comprimento do resistor com as opções *verão* e *inverno* dos chuveiros elétricos convencionais. A Tabela 13 contém o número de duplas que completou com as palavras menor e maior cada uma das células da tabela.

Comparando os resultados obtidos com a Turma A na pergunta 5 (Tabela 12), percebe-se que os alunos da Turma B tiveram melhor compreensão das relações existentes entre as grandezas físicas envolvidas no funcionamento do chuveiro elétrico e que souberam variar os valores na animação interativa para completar as células da tabela.

Em todas as respostas, a maioria das duplas estabeleceu corretamente as relações, sendo que única dupla que não relacionou corretamente a temperatura do banho com a opção de seleção do chuveiro (6% das duplas), percebeu que a temperatura e a potência elétrica estavam diretamente relacionadas. Por outro lado, as duplas que completaram com a palavra maior na célula da corrente elétrica com a

opção *verão* (18% das duplas), parecem ter relacionado inadvertidamente com o comprimento do resistor, considerando-os diretamente proporcionais.

Tabela 13. Respostas à pergunta 1 do instrumento de avaliação da Turma B e respectivo número de duplas.

	Verão	Inverno	Nº de duplas (%)
Temperatura do banho	menor	maior	16 (94%)
	maior	menor	1 (6%)
Potência elétrica	menor	maior	16 (94%)
	maior	menor	1 (6%)
Corrente elétrica	menor	maior	14 (82%)
	maior	menor	3 (18%)
Comprimento do resistor	maior	menor	14 (82%)
	menor	maior	3 (18%)

Na pergunta 2 os alunos deveriam responder em qual estação do ano (verão ou inverno) o consumo de energia pelo chuveiro elétrico é maior. Todas as duplas identificaram que no inverno o consumo de energia elétrica é maior, contudo, as justificativas estão relacionadas tanto ao conhecimento prévio dos alunos, como às informações obtidas na animação interativa, que tornaram este conhecimento mais elaborado. Como esta pergunta não tinha correspondente no instrumento de pesquisa da Turma A, não estabelecemos um comparativo entre os resultados, mas fizemos uma análise das justificativas, cujas categorias estão dispostas na Tabela 14.

Tabela 14. Categorias de respostas à pergunta 2 do instrumento de avaliação da Turma B e respectivo número de duplas.

Categorias de respostas	Nº de duplas (%)
Precisa-se aquecer mais a água	12 (71%)
Precisa-se aumentar a potência utilizada	5 (29%)
Utiliza-se uma corrente elétrica maior	2 (12%)
Utiliza-se uma vazão de água menor	1 (6%)
O custo do banho será maior	1 (6%)

A maioria dos alunos (71% das duplas) respondeu que o consumo de energia é maior por que é preciso aquecer mais a água para atingir uma temperatura

agradável para o banho, pois a água está mais gelada no inverno. Percebe-se que intuitivamente os alunos explicam que como a diferença entre a temperatura ambiente da água (T_a) e a temperatura agradável para o banho (T_s) é grande, maior deverá ser a energia (Q) consumida pelo chuveiro elétrico para aquecer a água. Deste modo, alguns conceitos básicos de calorimetria puderam ser introduzidos aos alunos.

Na pergunta 3, os alunos deveriam explicar como se deve regular a temperatura do banho em um chuveiro elétrico. A maioria das duplas (71%) identificou que para regular a temperatura do banho se deve regular a vazão de água e/ou a potência elétrica, como pode ser verificado na Tabela 15, por meio das categorias de respostas. Percebe-se na resposta desta dupla que os alunos manipularam as variáveis da animação interativa para responder à pergunta:

“Quanto menor a vazão, mais quente a água fica. Quanto menor a potência, menor a corrente elétrica e a temperatura da água. Quanto maior a vazão, mais fria a água fica. Quanto maior a potência, maior a corrente elétrica e a temperatura da água.”

Além disso, a pergunta 1 possibilitou aos alunos uma melhor compreensão das relações entre as grandezas envolvidas, que se repercutiu nas respostas das outras perguntas. No instrumento de pesquisa da Turma A, a pergunta 1 exigia que o aluno explicasse a regulagem de temperatura, relacionando com o uso eficiente do chuveiro elétrico, discutido na animação introdutória. Comparando com os resultados obtidos nas duas turmas, observa-se que as respostas foram semelhantes, tanto que puderam ser utilizadas as mesmas categorias, mas como no instrumento utilizado com a Turma A, exigia-se que o aluno relacionasse com a redução de custo da energia elétrica, o rendimento da turma foi menor.

Tabela 15. Categorias de respostas à pergunta 3 do instrumento de avaliação da Turma B e respectivo número de duplas.

Categorias de respostas	Nº de duplas (%)
Regulando a vazão e/ou a potência	12 (71%)
Regulando de acordo com a estação do ano	4 (24%)
Controlando a corrente elétrica no resistor	2 (12%)
Diminuindo a potência e regulando a vazão	1 (6%)

A pergunta 4 foi feita às duas turmas, sendo que na Turma A não especificamos a estação do ano, e na Turma B pedimos que os alunos explicassem como reduzir o custo da energia elétrica no inverno deixando a temperatura do banho agradável. Comparando os resultados obtidos nas duas turmas (Tabela 11 e Tabela 16), percebe-se que os alunos da Turma A explicavam corretamente a redução do custo, mas não especificavam para qual estação do ano; como o custo é maior no inverno, fica implícito que a redução deve ocorrer nesta estação.

Na Turma B, a maioria das duplas (53%) explicou corretamente como deixar a temperatura do banho agradável reduzindo o custo da energia elétrica, ou seja, diminuindo a potência elétrica do chuveiro e regulando a temperatura do banho pela vazão de água, conforme a resposta de uma dupla:

“Você pode mexer na vazão. Se você diminuir a vazão a temperatura da água irá aumentar mesmo com uma potência baixa, assim você poupa luz e água ao mesmo tempo.”

Percebe-se que a dupla identifica que é possível preservar a natureza tornando o uso do chuveiro elétrico mais eficiente. Contudo, 29% das duplas não identificaram como reduzir o custo, nem como regular a temperatura, pois afirmaram que basta reduzir a vazão.

Tabela 16. Categorias de respostas à pergunta 4 do instrumento de avaliação da Turma B e respectivo número de duplas.

Categorias de respostas	Nº de duplas (%)
Diminuindo a potência e regulando a vazão	9 (53%)
Diminuindo a vazão	5 (29%)
Regulando a potência	1 (6%)
Regulando a tensão	1 (6%)
Diminuindo o tempo do banho	1 (6%)

Na pergunta 5 (que corresponde à pergunta 2 do instrumento de pesquisa da Turma A), os alunos deveriam identificar a relação existente entre a tensão e a corrente elétrica, mantendo o valor da potência constante. Percebe-se, a partir da análise das categorias de respostas (Tabela 17), que 94% das duplas responderam corretamente à pergunta, relacionando o valor da corrente elétrica com as tensões 110V e 220V utilizando as palavras *aumenta* e *diminui* (53% das duplas), e as

expressões *dobra* e *reduz pela metade* (41% das duplas). Este resultado indica que os alunos da Turma B conseguiram, a partir da manipulação das variáveis da animação interativa, identificar uma relação entre os valores da corrente elétrica para cada tensão disponível na rede elétrica.

Tabela 17. Categorias de respostas à pergunta 5 do instrumento de avaliação da Turma B e respectivo número de duplas.

Categorias de respostas	Nº de duplas (%)
O valor da corrente elétrica aumenta (diminui) em 110V (220V).	9 (53%)
O valor da corrente elétrica dobra (cai pela metade) em 110V (220V).	7 (41%)
Não responde corretamente à pergunta.	1 (6%)

Portanto, a análise dos resultados até aqui possibilita afirmar que o maior interesse e motivação na realização da atividade proposta, refletiram nas respostas ao questionário. Isso vem ao encontro da teoria de Ausubel sobre os fatores intervenientes na aprendizagem de um indivíduo.

4.3 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE

Considerando a dificuldade de um terceiro encontro com a Turma A, apresentamos os resultados obtidos somente com a Turma B, com relação a duas questões discursivas de avaliação, propostas uma semana após o segundo encontro. A primeira, pretendia identificar as mudanças de concepções e a segunda, a opinião dos alunos em relação às atividades promovidas.

Na análise das respostas à pergunta 1 (Tabela 18) evidenciou-se que o conceito mais significativamente aprendido pelos alunos foi o de vazão. Além dos alunos explicarem corretamente a relação da vazão com a temperatura de saída da água do chuveiro elétrico (63% dos alunos), eles definiram corretamente a grandeza física (23% dos alunos), como podemos perceber nesta resposta que inclui a relação do comprimento do resistor com o aquecimento da água:

“A água no chuveiro elétrico é esquentada por um fio. Quanto menor o fio mais quente sairá a água e também se você diminuir a vazão, ou seja, a quantidade de água que sai, a água também ficará quente.”

A explicação abaixo para a relação entre o aquecimento do resistor e a corrente elétrica, é condizente com o modelo apresentado e demonstra a capacidade de inferir do aluno, bem como de abstrair a partir dos conceitos discutidos.

“O chuveiro funciona com uma resistência elétrica, quanto menor a resistência mais quente a água fica, pois concentra mais corrente elétrica, transformando-a em calor para aquecer a água.”

Dentre as capacidades adquiridas pelos alunos durante a atividade, destacam-se as capacidades de criar hipóteses, de estabelecer relações, de solucionar problemas. Sobre esta última, ficou evidente na resposta de um aluno que a partir dos conhecimentos assimilados durante a atividade foi possível criar uma hipótese para solucionar a questão apresentada no instrumento de sondagem: Por que podemos tomar um choque no chuveiro elétrico? A resposta para esta questão pode ser evidenciada na seguinte explicação:

“Eu lembro que quanto mais fechava o registro de água mais quente ficava a água, e que a água passava pelo resistor e então esquentava. Se colocamos o interruptor no verão a água fica mais fria, se colocamos a potência menor gastamos menos e a água fica quente igual. E que às vezes eu tomo choque por causa da corrente elétrica.”

No instrumento de sondagem, apenas um aluno havia citado que o chuveiro elétrico possui um interruptor para regular a potência, enquanto que na avaliação final 37% dos alunos relacionaram o aquecimento da água com a potência elétrica. Na resposta abaixo é possível identificar todos os elementos apresentados na animação interativa:

“Eu me lembro que para aquecer a água temos que abrir menos o registro e para esfriar temos que abrir mais. Quando o chuveiro está no inverno se usa só uma parte do resistor e no verão se usa todo. A vazão é a quantidade de água que sai por minuto, quanto menos vazão mais quente. E que pode funcionar em 110V ou 220V.”

Portanto, todas as grandezas físicas apresentadas na animação interativa foram lembradas pelos alunos, bem como, o comprimento do resistor, relacionado com o resistor de chuveiro elétrico apresentado para os alunos durante a atividade.

Tabela 18. Categorias de respostas dos alunos à pergunta 1 do instrumento de avaliação final da Turma B e respectivo número de alunos.

Categorias de respostas	Nº de alunos (%)
Relaciona a vazão com a temperatura da água do banho	22 (63%)
Relaciona a potência com a temperatura da água do banho	13 (37%)
Relaciona a potência com o custo da energia elétrica	9 (26%)
Explica o conceito de vazão	8 (23%)
Relaciona o aquecimento do resistor com a corrente elétrica	8 (23%)
Relaciona o comprimento do resistor com o aquecimento da água	5 (14%)
Explica que os chuveiros podem funcionar em 110V ou 220V	4 (11%)

A análise das respostas à pergunta 2 (Tabela 19) permite constatar que os alunos gostaram do objeto de aprendizagem, principalmente da animação interativa e das questões. Conforme o depoimento deste aluno:

“O mais legal da atividade foi o boneco queimando ou congelando, depois vem a parte das perguntas que eu acertei todas.”

A manipulação das variáveis envolvidas no aquecimento da água no chuveiro elétrico também foi citada como um fator positivo da atividade, segundo este aluno:

“Gostei e aprendi muitas coisas sobre o chuveiro elétrico. Também gostei da parte em que se podia regular a potência, a temperatura, a voltagem, a vazão e etc., do chuveiro para que o banho do boneco ficasse bom.”

A questão do custo da energia elétrica apresentada em todas as partes do objeto de aprendizagem (na animação introdutória, na animação interativa, no texto explicativo e nas questões) foi associada a economia de energia elétrica por esse aluno:

“Eu achei legal, porque além de mostrar como funciona o chuveiro, mostra como economizar energia elétrica.”

Tabela 19. Categorias de respostas dos alunos à pergunta 2 do instrumento de avaliação final da Turma B e respectivo número de alunos.

Categorias de respostas	Nº de alunos (%)
Gostou da animação interativa	12 (34%)
Aprendeu sobre o funcionamento do chuveiro elétrico	9 (26%)
Achou a atividade bem desenvolvida / interessante	8 (23%)
Gostou das questões	3 (9%)
Achou a atividade divertida	3 (9%)
Possui aplicação no cotidiano	3 (9%)
Aprendeu como tomar um banho eficiente	3 (9%)

Além destes aspectos, o uso da animação interativa como recurso pedagógico facilitou o estudo do funcionamento do chuveiro elétrico, e possibilitou o desenvolvimento de capacidades e habilidades aplicáveis na solução de problemas cotidianos. A interatividade com o material permitiu, também, que os alunos aprendessem a relacionar grandezas e estimar resultados. O que pode ser verificado no relato deste aluno:

“Achei a atividade e o método de ensino muito legal. Não é cansativo e tem as informações necessárias para um estudo bem feito. Gostei da interatividade do slide do chuveiro e das perguntas. Parabéns!”

Portanto, a atividade atingiu o objetivo de introduzir conceitos de eletricidade e calorimetria para alunos da oitava série do Ensino Fundamental usando um objeto de aprendizagem digital. Com relação à aprendizagem significativa, pode-se afirmar que os alunos assimilaram alguns conceitos importantes e que o objeto de aprendizagem apresenta-se como um recurso potencialmente significativo para facilitar a aquisição de conceitos em Física.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho propusemos uma abordagem de ensino de Física para ser implementada em oitavas séries do Ensino Fundamental, priorizando o uso do objeto de aprendizagem denominado *Um Banho de Efeito Joule*, tendo como base teórica a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. Nosso objetivo era investigar a eficácia de uso deste recurso pedagógico para introduzir conceitos de eletricidade e calorimetria aos alunos desta série, oportunizando uma aprendizagem de conceitos físicos que estão relacionados com a realidade cotidiana deles.

O desenvolvimento do processo aconteceu em dois encontros com a Turma A (39 alunos) e três encontros com a Turma B (35 alunos). Para cada encontro foram coletados dados de naturezas diferentes. No primeiro, puderam-se identificar os interesses dos alunos, suas concepções sobre a Física, e os seus conhecimentos prévios sobre o funcionamento do chuveiro elétrico. Percebemos que havia uma diferença nos interesses das duas turmas avaliadas, destacando-se a Turma B como mais interessada na área das Ciências Exatas, também manifestada pelo comportamento durante a atividade de implementação de uso do objeto de aprendizagem no segundo encontro. Verificou-se, também, que, na opinião dos alunos das duas turmas, a Física é um conjunto de teorias complicadas, que utiliza fórmulas, cálculos e regras para a resolução de exercícios repetitivos, conforme foi transmitido nas aulas tradicionais. Quanto aos conhecimentos prévios dos alunos, as categorias formadas a partir das respostas indicam que eles, inicialmente, relacionavam alguns aspectos pontuais do funcionamento do chuveiro elétrico de forma desarticulada.

Os resultados do uso e do questionário pós-interação com o objeto virtual demonstraram diferenças quanto à assimilação dos conceitos físicos, comparando as duas turmas. A análise dos resultados obtidos com a Turma A, tendo em vista as dificuldades apresentadas durante o encontro, demonstrou que os alunos responderam as perguntas sem manipular as variáveis na animação interativa, buscando as respostas no texto explicativo, e que apresentaram dificuldades em

estabelecer relações entre as grandezas físicas envolvidas no aquecimento da água no chuveiro elétrico. Os resultados obtidos com a Turma B evidenciam que os alunos realizaram a atividade proposta com maior interesse em relacionar os novos conceitos com os conhecimentos prévios adquiridos no cotidiano, repercutindo nas suas respostas. Além disso, houve uma melhor compreensão das relações existentes entre as grandezas físicas envolvidas no aquecimento da água, bem como do funcionamento do chuveiro elétrico.

A identificação das concepções finais e a opinião dos alunos sobre as atividades desenvolvidas foram possíveis no terceiro encontro, que aconteceu somente com a Turma B. Cabe ressaltar que todas as grandezas físicas apresentadas na animação interativa foram lembradas pelos alunos e relacionadas corretamente como, por exemplo, o aquecimento da água pelo chuveiro elétrico e a influência do comprimento do resistor na temperatura de saída da água; essa última foi, provavelmente, influenciada pela apresentação de um resistor de chuveiro elétrico em sala de aula.

Com relação à opinião dos alunos sobre o uso da animação como recurso pedagógico, pode-se constatar que os alunos gostaram do objeto de aprendizagem, principalmente da animação interativa e das perguntas. As reações do personagem motivaram os alunos a relacionar os aspectos teóricos com o cotidiano, além de possibilitar a identificação de uma faixa de temperaturas que pode ser considerada agradável para o banho. A manipulação das variáveis envolvidas no aquecimento da água no chuveiro elétrico foi citada como um fator positivo da atividade, bem como as questões ambiental e econômica. A interatividade com o material tornou o método de ensino dinâmico, permitindo que a aula não se tornasse cansativa para os alunos, além de conter as informações necessárias sobre o assunto.

Estes resultados sugerem que o uso de computadores como um recurso auxiliar no ensino de Física é uma alternativa válida que aproxima a Escola da realidade social e cultural do aluno, facilitando a aprendizagem de conceitos em Física. Devendo-se incluir este tema na formação dos novos professores, para que o ensino de Física não permaneça desvinculado dos avanços tecnológicos que modificam o modo de vida contemporâneo. Sobre o ensino auxiliado por computador, Ausubel (1980, p. 323) comenta:

A maior vantagem do ensino auxiliado por computador consiste em que somente computadores são logicamente capazes de, simultaneamente, manipular todas as variáveis que influenciam o ensino individualizado.

Ou seja, o ensino auxiliado por computador permite que o aluno construa um conhecimento idiossincrático, pois a interatividade com o computador ocorre de maneira única para cada indivíduo, visto que os diferentes recursos podem ser acessados na ordem e momento escolhidos pelo usuário para suprir as suas necessidades educacionais. Por exemplo, somente utilizando a lógica computacional é possível uma interação simultânea com diferentes variáveis de um modelo matemático utilizado para simular um evento específico.

Além das vantagens do ensino auxiliado por computador, outro fator importante no ensino de Física é a articulação entre o conteúdo e o contexto social e cultural dos alunos. O uso de assuntos que relacionam os conteúdos de Física ao cotidiano dos alunos deve ser preferido para introdução de conceitos, principalmente na oitava série do Ensino Fundamental, visto que, na Escola onde o trabalho foi realizado, ocorre o primeiro contato dos alunos com a Física⁶, sendo importante a compreensão da aplicabilidade desta ciência. Deste modo, ao invés do uso da aprendizagem mecânica para introduzir conceitos subsunçores, sugere-se que sejam identificados na vivência dos alunos subsunçores adequados para ancoragem de informações nesta área de conhecimento completamente nova para eles, mas com aplicações práticas no cotidiano.

Com relação aos obstáculos identificados para a implementação de uso do objeto de aprendizagem com a Turma A, destacaram-se: a falta de interesse dos alunos em conectar o novo conhecimento na estrutura cognitiva, as concepções arbitrárias dos alunos sobre a Física, o comportamento inadequado de alguns alunos durante a atividade, o bloqueio de alguns alunos em manipular as variáveis na animação interativa, o receio de estar sendo avaliado, a dificuldade em estabelecer relações entre os valores, e em identificar a influencia de determinadas grandezas físicas no aquecimento da água. As mudanças metodológicas realizadas para o encontro com a Turma B foram importantes para o bom rendimento dos

⁶ Na maioria das escolas, inicia-se a abordagem de conceitos físicos na quinta série do Ensino Fundamental. O primeiro contato com a disciplina Física ocorre na oitava série do Ensino Fundamental, em algumas Escolas, ou no primeiro ano do Ensino Médio.

alunos, comprovando a necessidade da intervenção do professor no processo de aprendizagem, identificando os conhecimentos prévios dos alunos e administrando as questões que poderiam dificultar a realização da atividade.

Além disso, não devemos viver sob o equívoco de que ensino auxiliado por computador possa ser um meio de ensino totalmente autônomo. Computador algum jamais pode ser programado com respostas para todas as questões que os alunos possam fazer. E nas áreas de conhecimento menos estabelecidas, a discussão e a interação aluno-aluno e aluno-professor são essenciais para a aprendizagem. (Ausubel, 1980, p. 323).

Portanto, o uso da animação interativa como recurso pedagógico facilitou o estudo do funcionamento do chuveiro elétrico, e possibilitou o desenvolvimento de capacidades e habilidades aplicáveis na solução de problemas cotidianos. A interatividade com o material permitiu, também, que os alunos aprendessem a relacionar grandezas e estimar resultados. Portanto, a atividade atingiu o objetivo de introduzir conceitos de eletricidade e calorimetria para alunos da oitava série do Ensino Fundamental usando um objeto de aprendizagem digital. Com relação à aprendizagem significativa, pode-se afirmar que os alunos assimilaram alguns conceitos importantes e que possuem subsunçores adequados para quando forem rever estes assuntos no Ensino Médio.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, David P.; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. **Psicologia Educacional**. Tradução de: Eva Nick et al.. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980. 625 p.

BAGNATO, Vanderlei S.; RODRIGUES, Vinícius. Mechanical model for the electroconductivity in metals: temperature effects. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 28, n. 1, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/>>. Acesso em: 16 nov. 2007.

BARROS, Marcos Alexandre de Melo et al.. **Uso de simulação e experimentação no ensino de ciências**. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 2003, Bauru. Disponível em: <<http://users.hotlink.com.br/abinfo/index.html>>. Acesso em: 17 nov. 2007.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Parte III: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, DF: Ministério da Educação e Cultura, 2000.

GRAF, Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. **Leituras de Física: eletromagnetismo**. São Paulo, 1998. Disponível em < <http://axpfep1.if.usp.br/~graf/>>. Acesso em: 15 nov. 2007.

GRAF, Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. **Física 3: eletromagnetismo**. 5. ed. São Paulo: Edusp, 2005. 438 p.

HALLIDAY, David et al. **Fundamentos de Física 2: gravitação, ondas e termodinâmica**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996. 292 p.

INMETRO, Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. **Sistema Internacional de Unidades: SI**. 8. ed. Rio de Janeiro, 2003. 116 p.

LA ROSA, Jorge (Org.). **Psicologia e educação: o significado do aprender**. 7. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. 230 p.

MONTEIRO, Bruno et al. **Metodologia de desenvolvimento de objetos de aprendizagem com foco na aprendizagem significativa**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 17., 2006, Brasília. **Anais...** Brasília: Positiva, 2006. 610 p.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999a. 195 p.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem significativa**. Brasília: UnB, 1999b. 129 p.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem significativa como referencial teórico para a pesquisa em ensino de ciências**. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 2003, Bauru.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem significativa: da visão clássica à visão crítica**. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 5., 2006, Madri. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/>>. Acesso em: 10 nov. 2007.

NOGUEIRA, José de Souza et al.. Utilização do computador como instrumento de ensino: uma perspectiva da aprendizagem significativa. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 22, n. 4, 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/>>. Acesso em: 18 nov. 2007.

PÉREZ, Carlos Ariel Samundio. O modelo do elétron livre de Drude completa 100 anos. **Cad. Cat. Ens. Fis.**, Florianópolis, v. 17, n. 3, 2000. Disponível em: <<http://www.fsc.ufsc.br/ccef/port/17-3/index.html/>>. Acesso em: 18 nov. 2007.

POZO, Juan Ignacio. **Teorias cognitivas da aprendizagem**. 3. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998. 284 p.

RIVED. Rede Interativa Virtual de Educação. Disponível em: <<http://rived.proinfo.mec.gov.br/>>. Acesso em: 14 nov. 2007.

SILVA, Marco. O que é interatividade. **Boletim Técnico do Senac**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 2, 1998. Disponível em: <<http://www.senac.br/informativo/bts/index.asp>>. Acesso em: 16 nov. 2007.

TAVARES, Romero. Aprendizagem Significativa. **Conceitos**, João Pessoa, n.10, jun. 2003. Disponível em: <<http://www.adufpb.org.br/publica/conceitos/>>. Acesso em: 3 nov. 2007.

TAVARES, Romero; LUNA, Gil Rodrigues. Modelagem Computacional: uma aproximação entre artefatos cognitivos e experimentos virtuais em Física. **Principia**, João Pessoa, n. 12, abr. 2005. Disponível em: <<http://www.cefetpb.edu.br/>>. Acesso em: 3 nov. 2007.

TAVARES, Romero. **Aprendizagem significativa em um ambiente multimídia**. In. ENCUENTRO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO, 5., 2006, Madrid. Disponível em: <www.fisica.ufpb.br/~romero>. Acesso em: 3 nov. 2007.

VALENTE, José Armando (Org.). **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas: UNICAMP, 1999. 156 p

APÊNDICE A – Instrumento de sondagem

Nome:_____Turma:_____Idade:_____
1. A escola é importante para a profissão que você gostaria de exercer? Por quê? _____ _____ _____
2. Por qual(is) matéria(s) você se interessa mais? Por quê? _____ _____ _____
3. Qual(is) assunto(s) você gostaria que fosse(m) tratado(s) nas aulas de Física? _____ _____ _____
4. Em sua opinião é fácil aprender Física? Justifique sua resposta. _____ _____ _____
5. Em sua opinião é possível usar no cotidiano os conhecimentos adquiridos estudando Física? Cite exemplos. _____ _____ _____
6. Faça um comentário sobre o que você sabe sobre o funcionamento do chuveiro elétrico. _____ _____ _____

APÊNDICE B – Instrumento de avaliação utilizado com a Turma A

Nomes: _____ Turma: _____

Respondam as questões abaixo de acordo com suas observações.

1. Como regular, em um chuveiro elétrico, a temperatura do banho de forma eficiente?

2. Quando você altera o valor da tensão (110V ou 220V), o que acontece com o valor da corrente elétrica?

3. Em um chuveiro elétrico, qual a influência dos valores da potência e da vazão na temperatura do banho?

4. Explique como deixar a temperatura do banho agradável reduzindo o custo da energia elétrica.

5. Complete a tabela abaixo usando adequadamente as palavras menor e maior.

	Verão	Inverno
Temperatura do banho		
Potência elétrica		
Corrente elétrica		
Comprimento do resistor		

APÊNDICE C – Instrumento de avaliação utilizado com a Turma B

Nomes: _____ Turma: _____

Respondam as questões abaixo de acordo com suas observações durante a atividade proposta sobre o chuveiro elétrico.

1. Complete a tabela abaixo usando adequadamente as palavras menor e maior.

	Verão	Inverno
Temperatura do banho		
Potência elétrica		
Corrente elétrica		
Comprimento do resistor		

2. Em qual estação, verão ou inverno, você acredita que o consumo de energia pelo chuveiro elétrico seja maior? Por quê?

3. Explique como se deve regular a temperatura do banho em um chuveiro elétrico.

4. Explique como deixar a temperatura do banho agradável no inverno reduzindo o custo da energia elétrica.

5. Quando você altera o valor da tensão (110V ou 220V), o que acontece com o valor da corrente elétrica?

ANEXO A – Termo de consentimento livre e esclarecido



Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
FACULDADE DE FÍSICA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título da pesquisa:

“ANIMAÇÃO INTERATIVA: UM MATERIAL POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVO PARA APRENDIZAGEM DE CONCEITOS EM FÍSICA”

Pesquisa em desenvolvimento na disciplina Monografia-L, de conclusão do curso de licenciatura da Faculdade de Física da PUCRS, pela graduanda Anelise Fernandes Borcelli.

I. Justificativa e objetivos da pesquisa

As primeiras experiências utilizando computadores como *máquina de ensinar*, ocorreram em meados da década de 50 do século passado, e assim como idealizado por Skinner, a ênfase era na transmissão da informação em uma determinada seqüência para o aprendiz. Hoje, a possibilidade de utilização de computadores na educação é muito rica, visto que existem inúmeros recursos disponíveis capazes de promover uma aprendizagem significativa de conceitos, conforme proposto por Ausubel na sua Teoria da Aprendizagem Significativa. Dentre estes recursos, destacam-se os objetos de aprendizagem digitais que podem integrar animações interativas, textos explicativos, e questões objetivas em um único material.

O uso de animações interativas como recurso pedagógico para o ensino de Física vem sendo discutido pelos educadores desta área, principalmente no meio acadêmico, quanto à eficácia deste recurso no processo de aprendizagem do aluno. Podemos incentivar o aprendizado dos alunos e fazer com que se interessem mais pelo assunto quando utilizamos abordagens diferentes em sala de aula. As animações interativas são valiosas ferramentas pedagógicas que podem facilitar a aprendizagem de conceitos físicos. Além disso, as atividades desenvolvidas em computador aproximam a escola do meio social e cultural do estudante, ao mesmo tempo em que o prepara para atuar profissionalmente.



Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
FACULDADE DE FÍSICA

Neste trabalho propõe-se uma metodologia para implementação de uso do objeto de aprendizagem, denominado *Um Banho de Efeito Joule*, com foco na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. O objetivo é investigar a eficácia deste recurso pedagógico para introduzir conceitos de eletricidade e calorimetria aos alunos da oitava série do Ensino Fundamental utilizando como objeto de estudo o chuveiro elétrico, oportunizando uma aprendizagem de conceitos físicos que estão relacionados com a realidade cotidiana deles.

II. Procedimentos (Metodologia)

Esta pesquisa contará com a participação de duas turmas da oitava série do Ensino Fundamental de uma Escola particular de Porto Alegre, totalizando 74 sujeitos de pesquisa. Os dados da pesquisa serão obtidos a partir de um questionário inicial para identificação das idéias prévias dos alunos sobre o funcionamento do chuveiro elétrico. Além disso, serão analisados trabalhos realizados em sala de aula durante o uso do objeto de aprendizagem e depoimentos escritos contendo a avaliação da proposta pelos participantes.

III. Garantia de conhecimento do conteúdo da pesquisa

Os responsáveis pelos alunos entrevistados terão livre acesso ao material de pesquisa e conhecimento do conteúdo.

IV. Autorização relativa ao uso da entrevista

Pretende-se a autorização da supervisão pedagógica da Escola, para que os alunos entrevistados participem como sujeitos desta pesquisa, para que seus depoimentos possam ser analisados no trabalho de conclusão, para fins de compreensão do fenômeno investigado e enriquecimento do mesmo.

O entrevistado poderá concordar ou não com os seguintes itens referentes à sua participação como sujeito da pesquisa:



Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
FACULDADE DE FÍSICA

Gravação da entrevista; transcrição da entrevista; revisão e aval pelo entrevistado do texto da entrevista; utilização de citações com trechos retirados das entrevistas.

Fica estabelecido que o entrevistado terá liberdade de, a qualquer momento, discordar da sua participação nesta pesquisa sem prejuízos para si.

V. Compromisso com a informação atualizada do estudo

A qualquer momento, a supervisão pedagógica da Escola poderá obter informações quanto ao andamento da pesquisa, a partir de contatos estabelecidos com:

- a graduanda, Anelise Fernandes Borcelli - Fone: (51) 92756504;
- a orientadora Profa. Dra. Sayonara Salvador Cabral da Costa - Fone: (51) 33203535 (Faculdade de Física);
- o Comitê de Ética em Pesquisa da PUCRS - Fone: (51)33203345.

Declaro que recebi cópia do presente Termo de Consentimento.

Silvana Maria Menegat
Assinatura do(a) Supervisor(a) Pedagógico(a) da Escola

Nome: Silvana Maria Menegat
Data: 28.11.07

Anelise F. Borcelli
Assinatura da Graduanda

Nome: Anelise Fernandes Borcelli
Data: 28/11/07