

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MATO GROSSO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENSINO DE CIÊNCIAS – MESTRADO PROFISSIONAL

OBJETOS DE APRENDIZAGEM: UMA
ALTERNATIVA PARA O ENSINO DE
CONCEITOS DE ELETROSTÁTICA NO ENSINO
MÉDIO

ALEXANDRE DA SILVA

CUIABÁ – MT

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MATO GROSSO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENSINO DE CIÊNCIAS – MESTRADO PROFISSIONAL

ALEXANDRE DA SILVA

OBJETOS DE APRENDIZAGEM: UMA
ALTERNATIVA PARA O ENSINO DE
CONCEITOS DE ELETROSTÁTICA NO ENSINO
MÉDIO

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências – Mestrado Profissional como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências Naturais – Mestrado Profissional.

Área de Concentração: Ensino de Ciências Naturais

Orientador: Prof. Dr. Carlos Rinaldi

Mestrando: Alexandre da Silva

CUIABÁ - MT

AUTENTICAÇÃO

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

S586o SILVA, ALEXANDRE.
OBJETOS DE APRENDIZAGEM: UMA ALTERNATIVA PARA O ENSINO
DE CONCEITOS DE ELETROSTÁTICA NO ENSINO MÉDIO / ALEXANDRE
SILVA. -- 2014

213 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Carlos Rinaldi.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Cuiabá, 2014.
Inclui bibliografia.

1. eletrostática. 2. simulação. 3. aprendizagem significativa. I. Título.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS
Avenida Fernando Corrêa da Costa, 2367 - Boa Esperança - Cep: 78060900 - CUIABÁ/MT
Tel : (65) 3615-8737 - Email : ppecn@fisica.ufmt.br

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO : "OBJETOS DE APRENDIZAGEM: UMA ALTERNATIVA PARA O ENSINO DE CONCEITOS DE ELETROSTÁTICA NO ENSINO MÉDIO"

AUTOR : Mestrando Alexandre da Silva

Dissertação defendida e aprovada em 18 de Fevereiro de 2014.

Composição da Banca Examinadora:

Presidente Banca / Orientador	Doutor	Carlos Rinaldi	
Instituição :	Universidade Federal de Mato Grosso		
Examinador Interno	Doutor	Cristiano Maciel	
Instituição :	Universidade Federal de Mato Grosso		
Examinador Externo	Doutor	Adriano Breunig	
Instituição :	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso - IFMT		

Cuiabá, 18 de Fevereiro de 2014

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida, por sua misericórdia em me manter em sua caminhada na fé, pelo perdão das minhas inúmeras falhas que tenho e também o auxílio nas dificuldades que venho enfrentando ao longo desta caminhada, pois entendo que isso faz parte do meu crescimento como cristão e como pessoa. Agradeço aos meus pais que me criaram e mesmo diante das dificuldades sempre me ensinaram o bom caminho me dando muitos bons exemplos, sempre estando prontos para agir diante das necessidades. Agradeço aos meus professores que me serviram de inspiração e modelos de conhecimento e pessoa.

Agradeço ao Prof. Dr. Carlos Rinaldi por me servir de inspiração e exemplo e me auxiliado ao moldar a figura do professor que desejo ser. Agradeço também a ele por ter aceito ser meu orientador em meio a muitos outros trabalhos que ele tem tido. Ao Instituto de Física pela oportunidade de participar do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Naturais.

Agradeço a Escola Estadual da Polícia Militar Tiradentes por ter me recebido e ter me aceito como professor. Agradeço também a escola por ter confiado às aulas para a realização deste trabalho. Não posso esquecer-me de agradecer aos alunos participantes da pesquisa, pois este trabalho tem grande participação deles.

Agradeço a SEDUC, Secretaria de Estado e Educação, por me liberar de licença para qualificação e sempre tem me auxiliado nas dúvidas e dificuldades. Também agradecer a Prof^ª. Geny, da assessoria pedagógica de Cuiabá, por sempre ter sido solícita em me auxiliar nas dúvidas em relação ao afastamento.

Agradeço em especial a minha esposa, que tem estado ao meu lado, e tem sido um meu apoio nos momentos de maiores dificuldades. Ao meu filho Matheus que ainda não nasceu, mas mesmo sem conhecê-lo eu tenho um profundo amor e sonho que ele possa participar do processo de ensino que estamos propondo a construir.

A todos as outras pessoas que de uma forma ou de outra tenha auxiliado para que este trabalho possa ser concluído, quero prestar meus agradecimentos.

DEDICATÓRIA

A todas as pessoas que, durante a minha vida, contribuiriam para minha formação acadêmica e em quanto pessoa. Especialmente a Deus, meus pais, irmãos, parentes e amigos, a minha esposa e meu filho que está por vir.

RESUMO

Neste trabalho, são apresentados os resultados de um estudo feito junto a estudantes do ensino médio de uma escola pública localizada na cidade de Cuiabá-MT. O trabalho foi realizado no ano de 2012 durante o período do terceiro bimestre letivo da escola, sendo utilizado um material instrucional, composto por um organizador e um objeto de aprendizagem, sendo que o organizador fez a parte introdutória do assunto e o objeto trabalhou as partes específicas.

O assunto escolhido foi à eletrostática, o organizador elaborado trata-se de uma apresentação de slides com características de movimento em cada quadro da animação. Com o uso do organizador foram apresentados diversos conceitos físicos relacionados a eletrostática. Posteriormente, foi utilizado um objeto de aprendizagem desenvolvido em flash, usado nas aulas posteriores.

As simulações foram organizadas em três arquivos e desenvolvidas de tal maneira a obedecer a uma organização conceitual previamente estabelecida, favorecendo os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora fundamentada pela teoria de aprendizagem de Ausubel.

Ao todo, foram sete aulas, sendo que a primeira e a última foram utilizadas para aplicação dos testes, para posterior comparação dos resultados. Os resultados foram usados para verificar em quais dos assuntos trabalhados dentro do conteúdo da eletrostática, o objeto de aprendizagem (Simulação) se mostrou eficiente e em quais seria necessário um outro material complementar.

O material utilizado foi elaborado como material de apoio para ser utilizado em meio as aulas expositivas, ou em slides, mas também em conjunto com outros tipos de materiais instrucionais, como experimentos, maquetes e ainda outras simulações com o objetivo de promover a aprendizagem e despertar o interesse dos alunos.

Palavras-chave: eletrostática, simulação, aprendizagem significativa.

ABSTRACT

In this paper are presented the results of a research done with the high school students of a public school located in the Cuiabá - MT City. The research was conducted in 2012 during the third quarter of the school that an instructional material, consisting of an organizer and a learning object, where the organizer did the introduction about the subject and the object showed about specific parts used.

The subject chosen was to electrostatic, the organizer developed it is a slideshow with motion characteristics in each frame of the animation. With the use of the organizer, several physical concepts related to electrostatic were presented. Subsequently, a learning object developed in flash, used in subsequent classes was used.

The simulations were organized into three files and developed in such a way as to comply with a previously established conceptual organization, favoring the process of progressive differentiation and integrator reconciliation that is based by the learning theory of Ausubel.

Altogether, there were seven classes, with the first and last were used for the tests, for later comparison of results. The results were used to verify which of the subjects shown within the content of electrostatics, the learning object (Simulation) was efficient and in which subjects will be needed another complementary material.

The material used was prepared as material support for to be used in lectures, or slides, but also in conjunction with other types of instructional materials such as experiments, mockups and others simulations with the goal of promoting learning and awakening student interest.

Keywords: electrostatic, simulation, significant learning.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	17
1. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO.....	20
2. UMA BREVE REVISÃO BIBLIOGRAFICA SOBRE A APLICAÇÃO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE CIENCIAS.....	21
2.1. Artigos	22
2.1.1. Interações de estudantes com representações gráficas de fenômenos físicos	22
2.1.2. Uma análise preliminar sobre o uso de tecnologias de informação e comunicação como meio de ampliar e estimular o aprendizado de Física.....	23
2.1.3. Aprendizagem das leis de conservação com apoio de simulações computacional.....	25
2.1.4. Eletromagnetismo: Objetos de aprendizagem e a construção de significados baseados em um ambiente de múltiplas representações.....	27
2.1.5. Uma Análise semi-quantitativa da validação de um objeto de aprendizagem para a compreensão de conceitos termodinâmicos no ensino médio.....	28
2.1.6. Simulação computacional e maquetes na aprendizagem de circuitos elétricos: Um olhar sobre a sala de aula	29
2.1.7. Relato do uso de simulação computacional com modelagem matemática em aulas de cinemática no ensino médio.....	32
2.1.8. A tecnologia como organizador prévio: uso de objetos de aprendizagem no ensino da eletricidade.....	33
2.1.9. Uma aventura dinâmica: Estudo de caso aplicado ao ensino de Física.....	35
2.1.10. Investigação do uso de um software computacional na análise gráfica em atividades didáticas na disciplina de física no nível médio.....	38
2.1.11. O uso de simulações computacionais como ferramenta de ensino e aprendizagem de circuito elétrico RC.....	39

2.1.12. Uma metodologia alternativa para o ensino de Física: O uso de simuladores e sensores na busca de uma aprendizagem significativa.....	40
2.1.13. Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos de eletricidade.....	41
2.2. DISSERTAÇÕES.....	43
2.2.1. Um estudo sobre o desempenho de alunos de Física usuários da ferramenta computacional modellus na interação de gráficos em cinemática.....	43
2.2.2. Uso de simuladores de imagens como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de Ótica.....	44
2.2.3. Uso de animações visando a aprendizagem significativa de Física Térmica no ensino médio.....	46
2.2.4. Introdução ao uso da informática no ensino de Física no ensino médio.....	47
2.2.5. Uma proposta para o ensino de Eletrodinâmica no ensino médio	48
2.2.6. Contribuições dos objetos de aprendizagem, no ensino de Física, para o desenvolvimento do pensamento crítico e da aprendizagem.....	49
2.2.7. Objetos de aprendizagem e o ensino de conceitos de eletromagnetismo no ensino médio.....	51
2.2.8. Uma proposta de ensino de Mecânica no ensino médio contextualizado com a Astronomia e a Astronáutica.....	52
2.3. Contribuições dos artigos, tese e dissertações.....	54
3. FUNDAMETAÇÃO TEÓRICA.....	56
3.1. Objetos de Aprendizagem.....	56
3.2. O que é um Objeto de Aprendizagem (OA).....	56
3.3. Teoria de aprendizagem de David Ausubel.....	58
3.4. As condições da Aprendizagem Significativa.....	60
3.5. Material de aprendizagem significativo.....	61
3.6. Processo de Assimilação.....	62
3.7. A aprendizagem escolar segundo Ausubel.....	63
3.8. Aprendizagem de conceitos.....	64

3.9. A aquisição de conceitos.....	64
3.10. Formação de conceitos.....	65
3.11. Assimilação de conceitos.....	65
3.12. Diferenciação Progressiva.....	66
3.13. Reconciliação Integradora.....	67
3.14. Uma proposta para a reconciliação, os “organizadores”.....	69
3.15. Organização Sequencial.....	69
3.16. A Aprendizagem Significativa Crítica.....	70
3.17. O que é a “Aprendizagem Significativa Crítica”.....	72
3.18. Os Princípios Facilitadores.....	72
4. METODOLOGIA DA PESQUISA	75
5. O ENFOQUE DA PEQUISA	76
6. INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	78
7. A VALIDADE DA PESQUISA.....	79
8. PRODUTO.....	81
8.1 O desenvolvimento	82
9. O LOCAL DA PESQUISA.....	84
10. OS SUJEITOS DA PESQUISA.....	85
11. PLANEJAMENTO GERAL DAS ATIVIDADES.....	85
12. ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	88
12.1 Critérios de análise.....	90
12.2 Análise geral.....	91
12.3 Análise Individual.....	95
12.3.1 Questão um (Q ₁).....	97
12.3.2 Questão dois (Q ₂).....	105
12.3.3 Questão três (Q ₃).....	110
12.3.4 Questão quatro (Q ₄).....	114

12.3.5	Questão cinco (Q ₅)	121
12.3.6	Questão seis (Q ₆).....	127
12.3.7	Questão sete (Q ₇).....	132
12.3.8	Questão oito (Q ₈).....	136
13.	INDÍCIOS DE APRENDIZAGEM.....	144
14.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	148
15.	BIBLIOGRAFIA.....	151
	APÊNDICE – A – O PRODUTO – A FORÇA ELÉTRICA NOS PÊNDULOS.....	159
	APÊNDICE – B – O ORGANIZADOR.....	194
	APÊNDICE – C – AS AULAS.....	203
	APÊNDICE – D – O ROTEIRO.....	207
	APÊNDICE – E – TESTE E GABARITO.....	211

LISTA DE FIGURAS

FIG. 1 – ESQUEMA DE REPRESENTAÇÃO DO PROCESSO DE ASSIMILAÇÃO.....	63
FIG. 2 – PROCESSO DE DISSOCIAÇÃO DE IDEIAS.....	82
FIG. 3 – IDENTIFICANDO OS COMPONENTES.....	83
FIG. 4 – PENDULOS CARREGADOS POSITIVAMENTE.....	84
FIG. 5 – RESPOSTA DO ALUNO T.S.C. PARA A QUESTÃO UM (Q ₁).....	98
FIG. 6 – RESPOSTA DO ALUNO E.M.. PARA A QUESTÃO UM (Q ₁).....	98
FIG. 7 – RESPOSTA DO ALUNO D.C.A. PARA A QUESTÃO UM (Q ₁).....	99
FIG. 8 – RESPOSTA DO ALUNO R.M.S. PARA A QUESTÃO UM (Q ₁).....	99
FIG. 9 – RESPOSTA DO ALUNO M.E. PARA A QUESTÃO UM (Q ₁).....	100
FIG. 10 – RESPOSTA DO ALUNO C.M. PARA A QUESTÃO UM (Q ₁).....	100
FIG. 11 – RESPOSTA DO ALUNO C.L. PARA A QUESTÃO UM (Q ₁).....	101
FIG. 12 – RESPOSTA DO ALUNO R.C. PARA A QUESTÃO UM (Q ₁).....	102
FIG. 13 – RESPOSTA DO ALUNO T.S. PARA A QUESTÃO UM (Q ₁).....	102
FIG. 14 – RESPOSTA DO ALUNO T.S. PARA A QUESTÃO UM (Q ₁).....	103
FIG. 15 – RESPOSTA DO ALUNO T.L.V. PARA A QUESTÃO UM (Q ₁).....	103
FIG. 16 – RESPOSTA DO ALUNO R.D. PARA A QUESTÃO UM (Q ₁).....	104
FIG. 17 – RESPOSTA DO ALUNO C.J. PARA A QUESTÃO DOIS (Q ₂).....	106
FIG. 18 – RESPOSTA DO ALUNO L.L.P. PARA A QUESTÃO DOIS (Q ₂).....	106
FIG. 19 – RESPOSTA DO ALUNO F.T.J. PARA A QUESTÃO DOIS (Q ₂).....	106
FIG. 20 – RESPOSTA DO ALUNO H.C. PARA A QUESTÃO DOIS (Q ₂).....	107
FIG. 21 – RESPOSTA DO ALUNO M.A. PARA A QUESTÃO DOIS (Q ₂).....	107
FIG. 22 – RESPOSTA DO ALUNO K.G. PARA A QUESTÃO DOIS (Q ₂).....	108
FIG. 23 – RESPOSTA DO ALUNO L.S. PARA A QUESTÃO DOIS (Q ₂).....	108
FIG. 24 – RESPOSTA DO ALUNO L.M.B. PARA A QUESTÃO DOIS (Q ₂).....	109
FIG. 25 – RESPOSTA DO ALUNO G.L.C. PARA A QUESTÃO TRES (Q ₃).....	110
FIG. 26 – RESPOSTA DO ALUNO E.M. PARA A QUESTÃO TRES (Q ₃).....	111
FIG. 27 – RESPOSTA DO ALUNO L.L.P. PARA A QUESTÃO TRES (Q ₃).....	111
FIG. 28 – RESPOSTA DO ALUNO B.V. PARA A QUESTÃO TRES (Q ₃).....	111
FIG. 29 – RESPOSTA DO ALUNO E.J. PARA A QUESTÃO TRES (Q ₃).....	112
FIG. 30 – RESPOSTA DO ALUNO A.S.R. PARA A QUESTÃO TRES (Q ₃).....	113

FIG. 31 – RESPOSTA DO ALUNO L.L. PARA A QUESTÃO TRES (Q ₃).....	113
FIG. 32 – RESPOSTA DO ALUNO L.F.G. PARA A QUESTÃO QUATRO (Q ₄).....	115
FIG. 33 – RESPOSTA DO ALUNO E.M. PARA A QUESTÃO QUATRO (Q ₄)	116
FIG. 34 – RESPOSTA DO ALUNO I.M.F. PARA A QUESTÃO QUATRO (Q ₄).....	116
FIG. 35 – RESPOSTA DO ALUNO L.S. PARA A QUESTÃO QUATRO (Q ₄).....	116
FIG. 36 – RESPOSTA DO ALUNO D.C.A. PARA A QUESTÃO QUATRO (Q ₄)....	117
FIG. 37 – RESPOSTA DO ALUNO Y.N. PARA A QUESTÃO QUATRO (Q ₄).....	117
FIG. 38 – RESPOSTA DO ALUNO B.V. PARA A QUESTÃO QUATRO (Q ₄).....	117
FIG. 39 – RESPOSTA DO ALUNO E.J. PARA A QUESTÃO QUATRO (Q ₄).....	117
FIG. 40 – RESPOSTA DO ALUNO B.A. PARA A QUESTÃO QUATRO (Q ₄).....	118
FIG. 41 – RESPOSTA DO ALUNO M.A.S. PARA A QUESTÃO QUATRO (Q ₄)....	119
FIG. 42 – RESPOSTA DO ALUNO K.M.C. PARA A QUESTÃO QUATRO (Q ₄)...	119
FIG. 43 – RESPOSTA DO ALUNO F.A.M. PARA A QUESTÃO QUATRO (Q ₄)....	119
FIG. 44 – RESPOSTA DO ALUNO R.D. PARA A QUESTÃO QUATRO (Q ₄).....	120
FIG. 45 – RESPOSTA DO ALUNO F.F. PARA A QUESTÃO QUATRO (Q ₄).....	120
FIG. 46 – RESPOSTA DO ALUNO K.G.O. PARA A QUESTÃO CINCO (Q ₅).....	123
FIG. 47 – RESPOSTA DO ALUNO E.P. PARA A QUESTÃO CINCO (Q ₅).....	123
FIG. 48 – RESPOSTA DO ALUNO M.E.G. PARA A QUESTÃO CINCO (Q ₅).....	124
FIG. 49 – RESPOSTA DO ALUNO W.G. PARA A QUESTÃO CINCO (Q ₅).....	125
FIG. 50 – RESPOSTA DO ALUNO Y.N. PARA A QUESTÃO CINCO (Q ₅).....	125
FIG. 51 – RESPOSTA DO ALUNO R.C.L. PARA A QUESTÃO CINCO (Q ₅).....	125
FIG. 52 – RESPOSTA DO ALUNO E.P. PARA A QUESTÃO CINCO (Q ₅).....	126
FIG. 53 – RESPOSTA DO ALUNO K.G.O. PARA A QUESTÃO CINCO (Q ₅).....	127
FIG. 54 – RESPOSTA DO ALUNO A.L. PARA A QUESTÃO SEIS (Q ₆).....	128
FIG. 55 – RESPOSTA DO ALUNO L.S. PARA A QUESTÃO SEIS (Q ₆).....	129
FIG. 56 – RESPOSTA DO ALUNO E.M. PARA A QUESTÃO SEIS (Q ₆).....	129
FIG. 57 – RESPOSTA DO ALUNO C.J. PARA A QUESTÃO SEIS (Q ₆).....	130
FIG. 58 – RESPOSTA DO ALUNO D.C.A. PARA A QUESTÃO SEIS (Q ₆).....	130
FIG. 59 – RESPOSTA DO ALUNO L.L. PARA A QUESTÃO SEIS (Q ₆).....	131
FIG. 60 – RESPOSTA DO ALUNO H.C. PARA A QUESTÃO SEIS (Q ₆).....	131
FIG. 61 – RESPOSTA DO ALUNO G.H. PARA A QUESTÃO SETE (Q ₇).....	132
FIG. 62 – RESPOSTA DO ALUNO A.R. PARA A QUESTÃO SETE (Q ₇).....	133

FIG. 63 – RESPOSTA DO ALUNO C.J. PARA A QUESTÃO SETE (Q ₇).....	133
FIG. 64 – RESPOSTA DO ALUNO M.S.C. PARA A QUESTÃO SETE (Q ₇).....	134
FIG. 65 – RESPOSTA DO ALUNO R.M.S. PARA A QUESTÃO SETE (Q ₇).....	134
FIG. 66 – RESPOSTA DO ALUNO L.L. PARA A QUESTÃO SETE (Q ₇).....	134
FIG. 67 – RESPOSTA DO ALUNO H.K.G. PARA A QUESTÃO SETE (Q ₇).....	135
FIG. 68 – RESPOSTA DO ALUNO B.V. PARA A QUESTÃO OITO (Q ₈).....	137
FIG. 69 – RESPOSTA DO ALUNO I.M.F. PARA A QUESTÃO OITO (Q ₈).....	138
FIG. 70 – RESPOSTA DO ALUNO K.G.O. PARA A QUESTÃO OITO (Q ₈).....	138
FIG. 72 – RESPOSTA DO ALUNO R.G.N. PARA A QUESTÃO OITO (Q ₈).....	139
FIG. 73 – RESPOSTA DO ALUNO G.L.C. PARA A QUESTÃO OITO (Q ₈).....	139
FIG. 73 – RESPOSTA DO ALUNO E.M.S. PARA A QUESTÃO OITO (Q ₈).....	140
FIG. 74 – RESPOSTA DO ALUNO E.M. PARA A QUESTÃO OITO (Q ₈).....	140
FIG. 75 – RESPOSTA DO ALUNO G.H. PARA A QUESTÃO OITO (Q ₈).....	140
FIG. 76 – RESPOSTA DO ALUNO R.C.L. PARA A QUESTÃO OITO (Q ₈).....	141
FIG. 77 – RESPOSTA DO ALUNO R.L.C. PARA A QUESTÃO OITO (Q ₈).....	141
FIG. 78 – RESPOSTA DO ALUNO L.S. PARA A QUESTÃO OITO (Q ₈).....	142
FIG. 79 – RESPOSTA DO ALUNO F.A.M. PARA A QUESTÃO OITO (Q ₈).....	142
FIG. 80 – RESPOSTA DO ALUNO F.T. PARA A QUESTÃO OITO (Q ₈).....	143
FIG. 81 – RESPOSTA DO ALUNO D.C.A. PARA A QUESTÃO OITO (Q ₈).....	143

LISTAS DE QUADROS/TABELAS

TAB. 1- CRONOGRAMA DE ATIVIDADES.....	86
TAB. 2- FREQUÊNCIAS DE RESPOSTAS DO PRÉ-TESTE (O_1) – 06/08/2012.....	92
TAB. 3- FREQUÊNCIAS DE RESPOSTAS DO PÓS-TESTE (O_2) – 17/09/2012.....	93
TAB. 4-FREQUÊNCIA DE RESPOSTAS Q_1	98
TAB. 5 – FREQUÊNCIA DE REPOSTAS DA QUESTÃO DOIS (Q_2).....	105
TAB. 6 – FREQUÊNCIA DE RESPOSTAS DA QUESTÃO TRÊS (Q_3).....	110
TAB. 7 – FREQUÊNCIA DE REPOSTAS DA QUESTÃO QUATRO (Q_4).....	115
TAB. 8 – FREQUÊNCIA DE REPOSTAS DA QUESTÃO CINCO (Q_5).....	122
TAB. 9 – FREQUÊNCIA DE REPOSTAS DA QUESTÃO SEIS (Q_6).....	128
TAB. 10 - FREQUÊNCIA DE REPOSTAS DA QUESTÃO SETE (Q_7).....	132
TAB. 11 – FREQUÊNCIAS DE REPOSTAS DA QUESTÃO OITO (Q_8).....	136
TAB. 12 – SIMILARIDADES QUE MAIS SE APROXIMAM DA RESPOSTA ESPERADA EM CADA QUESTÃO.....	146

INTRODUÇÃO

Ao observar os avanços obtidos nos campos da ciência e da tecnologia, principalmente após a popularização de diversos meios de informação, entre eles destaca-se a internet, a humanidade tem experimentado novas formas de interação e acesso à informação.

Há pouco tempo, nas escolas, as práticas pedagógicas limitavam-se a trabalhar com uma única fonte de informação, o livro-texto. Mas, essa limitação era ocasionada pela dificuldade de acesso à informação, pois a disponibilidade de bibliotecas nas escolas era pequena, criando uma espécie de cultura de ensino em torno do livro.

Atualmente, mesmo com toda a facilidade de acesso, criação de bibliotecas e também a popularização da informática nas escolas, principalmente como ferramenta de estudo e pesquisa com auxílio da internet, a cultura pedagógica tradicional ainda está presente no cotidiano das escolas.

Os alunos que ingressam no ensino médio trazem consigo uma visão muito particular do mundo que os rodeia, tendo a curiosidade de saber como interagir e explorar mais efetivamente os recursos tecnológicos disponíveis. Explorar essas habilidades pode facilitar o processo de ensino, entretanto, nas escolas, mais especificamente as aulas de Física, ainda são apresentadas de forma tradicional causando o desinteresse por parte dos alunos (MEDEIROS E MEDEIROS, 2002).

O ensino baseado apenas em aulas expositivas tem dificultado tanto a aprendizagem dos alunos quanto o ensino dos conceitos de Física. Como essa disciplina lida com conceitos, em grande parte com alto grau de abstração e complexidade, utilizando a representação matemática, muitas vezes, este como único modelo explicativo, nestas situações o grau de abstração é tão elevado que até mesmo extrapola os sentidos do ser humano (MEDEIROS E MEDEIROS, 2002), naquele nível de ensino.

Devido às ocorrências frequentes deste tipo de situação os estudantes sentem tédio e também ódio pelo estudo da Física (SOEGENG¹, 1998; TRAMPUS E VELENJE², 1996). Esta problemática não coaduna com a teoria da aprendizagem significativa crítica, a qual argumenta que o aluno deve estar disposto a relacionar os novos conceitos

¹SOEGENG, R. Simple Simulation in Physics Education. Proceedings from the 4th Australian Computers in Physics Education Conference. Freemantle. 27 Set - 2 Oct 1998.

²TRAMPUS, M. & VELENJE, G. Let Computers Compute - Mathcad and Word in Secondary School Physics. Proceedings of the GIREP-ICPE-ICTP International

potencialmente significativos com os preexistentes na estrutura cognitiva (MOREIRA, 2005).

Dessa forma, se os alunos estiverem entediados com as aulas, a aprendizagem não ocorrerá de maneira significativa nem tão pouco crítica. Mas então o que fazer? Numa tentativa de dar conta dessa problemática, os professores têm frequentemente utilizado do real e concreto, bem como as imagens como um complemento ao uso das linguagens verbal, escrita e da Matemática. Neste sentido, os livros-texto de Física têm recorrido, crescentemente, ao uso de um grande número de ilustrações, muitas das quais referentes a fenômenos dinâmicos.

A dificuldade, porém, de representar movimentos e processos através de ilustrações estáticas é algo que não deve ser subestimado. Para contornar esta dificuldade de representação visual, os livros têm utilizado algumas alternativas como o de representar situações iniciais e finais de um processo por uma série de gravuras em diferentes instantes de tempo ou mesmo apelando para o uso de fotografias estroboscópicas (MEDEIROS E MEDEIROS, 2002). Outro recurso utilizado é o uso de imagens estáticas utilizando de expressões artísticas para ilustrar o movimento, mas as imagens apresentadas deste modo precisam, entretanto, ser animadas nas mentes dos leitores (MEDEIROS E MEDEIROS, 2002). Embora seja uma prática usual a utilização de ilustrações, a experiência tem mostrado que em muitos casos essas ilustrações não tem sido de grande ajuda e para dinamizar, tem-se utilizado, ainda timidamente, o computador.

Neste contexto, vislumbrando a inclusão das tecnologias como ferramenta de ensino no cotidiano dos estudantes, foi desenvolvido este trabalho. Com isso, tem-se a expectativa de explorar as potencialidades dos alunos, por meio da utilização de recursos tecnológicos, principalmente o computador, por meio do uso de objetos de aprendizagem, como agente motivador e também facilitador do processo de ensino.

Na composição deste trabalho foi escolhido o conteúdo de eletrostática, por ser um conteúdo abstrato e tratar de fenômenos macroscópicos com origens na estrutura da matéria, mais precisamente nos átomos. O meio escolhido para aplicação deste conteúdo foi o uso de objetos de aprendizagem (OA³).

A organização e aplicação do conteúdo estão baseadas na teoria de aprendizagem significativa de Ausubel e nos princípios facilitadores da teoria de aprendizagem

³OA: Segundo IEEE/LTSC, objetos de aprendizagem são definidos como qualquer entidade, digital ou não que use de tecnologia para seu uso.

significativa crítica de Marco Antônio Moreira. A teoria de Ausubel explica como ocorrem os processos cognitivos de aquisição e assimilação do conhecimento por parte do cérebro humano, em contrapartida, Ausubel também explica em sua teoria, como a informação se organiza no cérebro. Moreira por sua vez, fazendo uma releitura da teoria de Ausubel, propõe atitudes pedagógicas, que segundo ele, se executadas favorecem a aprendizagem.

Entendendo que só a aplicação de uma metodologia baseada em teorias de aprendizagem, necessariamente não garante resultados. Fez-se necessário, para verificação dos resultados, a utilização fundamentos de pesquisa qualitativa corroborada pela pesquisa quantitativa.

Assim, para a execução do trabalho foi observada a seguinte questão: O uso do objeto de aprendizagem (OA), desenvolvido para o ensino de eletrostática, auxilia na aprendizagem de quais conceitos?

A partir desta questão foi definido o objetivo geral, qual seja:
Investigar quais as contribuições do uso do objeto de aprendizagem, desenvolvido para trabalhar o conteúdo de eletrostática, na aprendizagem dos estudantes de física no ensino médio.

Para atender este propósito foram delineados os seguintes objetivos específicos:

- i) Desenvolver e instalar um objeto de aprendizagem para ser funcional em ambiente Linux como ferramenta de ensino, verificando suas características de funcionalidade.
- ii) Verificar o conhecimento prévio dos alunos e desenvolver organizadores para servir de base para o uso da ferramenta.
- iii) Aplicar as atividades utilizando a ferramenta.
- iv) Com base nas teorias de aprendizagem, verificar as contribuições do uso da ferramenta de ensino.
- v) Desenvolver um produto educacional, que possa ser utilizado por professores a fim de facilitar a aprendizagem de conceitos.

1. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

No capítulo 1 é realizada uma pequena introdução ao trabalho de pesquisa contendo como base a experiência obtida em trabalhos semelhantes. Além disso, é apresentada a problemática do trabalho, bem como os objetivos definidos que norteiam o desenvolvimento da pesquisa aqui proposta.

O capítulo 2 apresenta em seu conteúdo os assuntos abordados em cada capítulo deste trabalho.

Já o capítulo 3 é resultado de uma revisão bibliográfica de artigos, dissertações e teses que tiveram como foco o uso de objetos de aprendizagem como ferramenta da área de Ensino de Física. Esta revisão teve como objetivo auxiliar no desenvolvimento da pesquisa tanto no ponto de vista de estruturação do trabalho como de método.

O capítulo 4 é a fundamentação teórica que o trabalho se baseia. Inicialmente é feita uma apresentação do que é um objeto de aprendizagem (OA) e sua aplicação no ambiente de ensino, lembrando que neste trabalho a ferramenta de ensino é um objeto de aprendizagem. Posteriormente, é apresentada a teoria de aprendizagem na qual o conteúdo apresentado com auxílio da ferramenta foi elaborado e aplicado.

No capítulo 5 é apresentada a proposta metodológica utilizada para coleta e análise de dados, sendo o enfoque desta proposta metodológica mostrada no capítulo 6 e fundamentado na proposta apresentada nos capítulos 5 e capítulo 6. O capítulo 7 apresenta de maneira mais específica, os instrumentos de coleta de dados utilizados para verificar o aprendizado.

O capítulo 8 trata, dentro da metodologia utilizada, os aspectos relevantes acerca da validade da pesquisa. O cap. 9 faz uma breve apresentação da ferramenta de ensino proposta neste trabalho. O cap. 10 apresenta a escola escolhida como local para realização da pesquisa.

No capítulo 11 é apresentado o grupo que participou da pesquisa. Já o capítulo 12 apresenta o planejamento geral das atividades realizadas durante a pesquisa. O capítulo 13 trata da análise dos resultados, fazendo uma breve explicação sobre os critérios de análise utilizados, que são os critérios quantitativos aqui denominados como análise geral e posteriormente a análise qualitativa individual de cada questão.

O capítulo 14 é resultado da análise combinada dos resultados obtidos na análise geral com a análise individual levando em consideração os critérios de validade da

pesquisa já anteriormente especificados na metodologia. O objetivo desse capítulo é verificar os indícios de aprendizagem utilizando como referência as teorias de aprendizagem. O capítulo 15 apresenta as considerações finais a partir dos objetivos anteriormente delineados, bem como a perspectiva de atividades futuras.

O capítulo 16 traz a bibliografia consultada. Esta bibliografia está dividida em livros, artigos, dissertações e teses e outras referências de trabalhos citados por autores consultados, mas que não fazem parte integrante deste trabalho.

O apêndice está dividido com índice de letras, (A, B, C e D), onde cada letra representa um documento do apêndice. O apêndice A, é o do produto educacional, o apêndice B do organizador, apêndice C é o roteiro e o apêndice D é o teste aplicado com as respostas.

2. BREVE REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE A APLICAÇÃO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE CIÊNCIAS.

Em estudos recentes têm-se constatado que os objetos de aprendizagem podem ser uma alternativa pedagógica eficaz no ensino de conteúdos para disciplinas da educação básica (PIRES e VEIT, 2006; JAURIS et al., 2008). Estes objetos fazem com que o aluno pense, questione-se e busque as respostas para suas dúvidas em temas relacionados, muitas vezes, com o seu dia a dia. Nesse sentido, o aluno desfruta da atividade prazerosa de buscar a resposta e analisar os resultados dos problemas com o auxílio da tecnologia. Portanto, o aluno pode construir seu próprio percurso de aprendizagem em experiências de interação com a máquina, de acordo com seu conhecimento sobre o assunto.

Para conhecer melhor as potencialidades e também o uso dos objetos de aprendizagem em nosso sistema educacional, foi realizada uma revisão de trabalhos, que foram desenvolvidos no Brasil no período entre 2000 e 2012. Devido à grande diversidade de trabalhos que estão disponíveis, foram observados os trabalhos que foram executados a partir do uso de objetos de aprendizagem, sejam eles simulações, animações ou modelagem computacional voltado para o ensino de Física.

Aliado a esse critério, somam-se aqueles trabalhos que dizem respeito ao eletromagnetismo acompanhados de uma teoria de aprendizagem dando base para o desenvolvimento e análise dos dados dentro da pesquisa.

É importante ressaltar, que existem muitos trabalhos principalmente dissertações que contêm revisões muito abrangentes sobre o uso do computador como ferramenta de ensino, explorando várias formas de uso, bem como fazendo referências de prós e contras, que não é o caso deste trabalho, o qual trata da utilização bem particular e, portanto, exige uma revisão específica. Essa revisão é apresentada em ordem cronológica crescente e está dividida em duas partes: artigos e dissertações.

2.1.ARTIGOS

2.1.1. INTERAÇÃO DE ESTUDANTES COM REPRESENTAÇÕES GRÁFICAS DE FENÔMENOS FÍSICOS.

Neste trabalho, as autoras Flávia Rezende, Alcina Maria Braz da Silva e Susana de Souza Barros buscam verificar as contribuições das simulações de fenômenos e animações para a aprendizagem de conceitos científicos, de forma a contribuir para o desenvolvimento de materiais didáticos que envolvam diagramas ou animações destes fenômenos (RESENDE et. al., 2002).

O referencial teórico adotado foi à discussão da “cognição externa”, com objetivo de estudar o valor cognitivo de diferentes representações gráficas de um mesmo fenômeno físico para estudantes de diferentes níveis de escolarização (RESENDE et. al., 2002).

A pesquisa, que se refere este artigo, foi orientada pelas seguintes questões: (i) Como são descritas pelos estudantes (inferência perceptiva) diferentes representações gráficas (diagramas estáticos e animações) do mesmo fenômeno físico? (ii) Como o conhecimento prévio se relaciona com as inferências, perceptiva e cognitiva do aluno, sobre o fenômeno representado?

A pesquisa foi realizada com dois grupos de estudantes de níveis de escolarização diferentes de duas escolas do Rio de Janeiro, sendo 20 alunos da 8ª série do ensino fundamental (Grupo 1) e 17 alunos da 3ª série do ensino médio (Grupo 2). Os instrumentos de coleta de dados foram, um pré-teste para analisar os conhecimentos prévios e duas fichas, uma com diagramas estáticos para que os alunos fizessem uma descrição dos fenômenos e outra que os estudantes tinham de representar graficamente, descrever e explicar fisicamente as animações da queda livre e do lançamento

horizontal. A ferramenta utilizada constou duas animações, uma que apresentava a queda livre e outra o arremesso horizontal.

Sobre os resultados, o estudo indicou que tanto as inferências perceptivas quanto as cognitivas que os alunos fazem dos diagramas estáticos ou animações de fenômenos físicos dependem do conhecimento prévio sobre o conteúdo e estão relacionadas entre si.

Sobre a descrição dos fenômenos, ambos os grupos conseguiram observar a percepção de movimento embora haja diferenças significativas a outros aspectos dos fenômenos representados, mostrando que a representação gráfica oferece uma contribuição importante para a compreensão do fenômeno.

2.1.2. UMA ANÁLISE PRELIMINAR SOBRE O USO DE TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO COMO MEIO DE AMPLIAR E ESTIMULAR O APRENDIZADO DE FÍSICA.

Neste trabalho os autores, Marcelo Antônio Pires e Eliane Angela Veit desenvolveram um hipertexto, utilizando uma plataforma de ensino a distância, TelEduc, para criar um ambiente virtual de aprendizagem potencialmente significativo. O foco são alunos da primeira série e o tópico escolhido foi o de gravitação.

A ideia inicial do desenvolvimento foi a perda de tempo que as aulas presenciais sofrem com atividades burocráticas e outras de pouca efetividade para uma aprendizagem significativa de Física (PIRES E VEIT, 2004).

Além disso, soma-se a sistemática perda de carga horária que a disciplina vem tendo ao longo dos anos. Nessa proposta PIREs E VEIT (2004), defendem inserção de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no ensino de Física que visa ampliar a interação entre aluno-conhecimento-professor, utilizando recursos de tecnologias de informação (hipertextos e animações interativas tipo *applet-java*) e comunicação como estímulo em atividades presenciais e, especialmente, à distância. Com isto, aumenta-se virtualmente a carga horária de Física, implementando uma extensão da sala de aula.

Para atingir este objetivo foi desenvolvido um hipertexto sobre Gravitação e Temas Afins. Tais tópicos são, com frequência, excluídos do ensino de Física em nível médio, apesar de serem de grande interesse dos alunos e muito estimulantes para um aprofundamento de assuntos anteriormente estudados, tais como, Leis de Newton e Energia.

Como referencial teórico adotou-se a teoria de aprendizagem significativa de David P. Ausubel e a teoria de educação de Joseph Novak, a respeito de Gravitação e Temas Afins. Tal estudo foi proposto exatamente na série em que o aluno estudou sistematicamente mecânica, portanto, possuía, teoricamente, o pré-requisito necessário para a aprendizagem do assunto.

A teoria de Ausubel também propõe que a aprendizagem significativa acontece quando o aluno consegue dar significados àquilo que ele aprendeu, e espera-se que tais significados sejam aqueles compartilhados no contexto da matéria de ensino.

O projeto foi desenvolvido em duas turmas da primeira série do ensino médio do Colégio Salesiano Dom Bosco na cidade de Porto Alegre, RS, no mês de novembro de 2003, contando com toda a estrutura de *hardware* do colégio e *software* por meio do ambiente de aprendizagem criado nos servidores do Instituto de Física da UFRGS, onde foi proposto pelo professor da disciplina aos alunos que se inscrevessem no curso do TelEduc.

A inscrição não era obrigatória, mas o acompanhamento das atividades do curso dispensaria a realização da última prova do ano. Todos os alunos (77) optaram por participar da experiência.

A experiência teve duração de quatro semanas, totalizando aproximadamente 12 horas de aula presenciais no horário da disciplina de Física. Os alunos do colégio, oriundos tanto de escolas particulares quanto da rede estadual e municipal de ensino, constituíam um grupo heterogêneo. Durante as aulas, o professor da turma conduzia seus alunos para o laboratório de informática a fim de realizar, usando os computadores, atividades propostas no curso do TelEduc sobre temas abordados no hipertexto (Pires, 2004a).

As atividades envolviam leitura a partes específicas do hipertexto, exploração das simulações interativas, participação no fórum de discussões e, nas primeiras aulas, sessões de bate-papo. O professor da turma auxiliava os alunos na solução de problemas relativos ao uso das TIC, mas procurava não interferir no conteúdo, pois para isto eles dispunham da atuação do professor-coordenador do curso.

As atualizações do material disponibilizado no TelEduc ocorriam semanalmente, de preferência no final de semana, para possibilitar que os alunos mais interessados – e com condições de uso e microcomputadores fora do colégio – pudessem dispor de mais tempo para acessá-lo. Além de disponibilizar novos tópicos no hipertexto de Gravitação

e Temas Afins, eram propostas discussões nos fóruns e resolução de questões baseadas nas animações interativas.

Algumas vezes, o ambiente de aprendizagem foi utilizado como meio para obter informações sobre o efetivo conhecimento prévio dos alunos.

Com o interesse de fazer uma melhor utilização da carga horária, o projeto se mostrou bastante viável, além disso, a notável participação dos alunos nas outras áreas do hipertexto mostrou o grande envolvimento com a proposta de ensino, mesmo sendo o projeto executado no último mês de aula, o professor foi o mais cotado dentro da avaliação dos alunos, dentre os professores do colégio em função da inovação de suas aulas.

2.1.3. APRENDIZAGEM DAS LEIS DE CONSERVAÇÃO COM APOIO DE SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS

Neste trabalho, os autores, Mari Aurora Fávero Reis e Agostinho Serrano de Andrade Neto investigaram o uso de atividades com simulações computacionais na aprendizagem das leis de conservação (energia e quantidade de movimento) no estudo de colisões. Estas simulações foram desenvolvidas tendo em vista as concepções espontâneas e dificuldades dos estudantes apresentadas em estudos anteriores.

As simulações foram aplicadas, utilizando-se um guia de simulação embasado na metodologia P.O.E. (Predizer – Observar – Explicar) no curso de física introdutório dos cursos de engenharia e licenciatura em física da ULBRA.

Esta estratégia é constituída de três etapas: o PREDIZER, onde os alunos, divididos em grupos ou individualmente, discutem o problema proposto e, através da troca de experiências, predizem o resultado esperado. A seguir os alunos deveriam OBSERVAR o que ocorrerá durante a realização do experimento e por fim, tentam EXPLICAR os resultados obtidos, comprovando ou não o que foi predito no início (OLIVEIRA, 2003).

Foram utilizados pré-testes e pós-testes a fim de avaliar a evolução na concepção dos estudantes sobre conceitos físicos desenvolvidos durante o estudo do tema.

A pesquisa não explicita um referencial teórico, embora cite as dificuldades apresentadas pelos estudantes tendo em vista as concepções alternativas, dando a entender que se baseia em trabalhos relacionados a elas.

Foram desenvolvidas duas simulações utilizando o software Modellus uma chamada “*uma bolinha caindo no chão*”, onde foram explorados os conceitos de conservação de energia cinética, potencial e total e a diferenciação entre tipos de colisões, utilizando exclusivamente na conservação da energia cinética após cada colisão.

Na outra simulação chamada “*colisão entre carrinhos*”, foram exploradas a lei de conservação de energia, bem como a lei de conservação de quantidade de movimento.

Na simulação, o estudante pôde estabelecer as condições iniciais para cada carrinho e observar as velocidades, energias cinéticas e quantidades de movimento antes, durante e após a colisão.

Assim, é possível trabalhar com: a lei de conservação da quantidade de movimento; a percepção da quantidade de movimento como grandeza vetorial; a determinação das velocidades finais utilizando as leis de conservação; e a percepção da dependência entre as duas leis de conservação.

Foram utilizados como instrumentos de coleta de dados, um pré-teste e um pós-teste, em que foram estabelecidos quatro categorias de respostas: (CT=4) *Compreensão total*, onde predominavam concepções disciplinares, com pouco ou nenhum uso de C.A.’s; (CP=3) *Compreensão parcial*, onde predominavam concepções disciplinares, mas com uso frequente de C.A.’s; (CE=2) *Concepção espontânea*, onde predominavam C.A.’s e (IN=1) *Indeterminado*.

Este método de análise também foi utilizado por outros autores, em pesquisas no ensino de ciências. Assim, as respostas de cada estudante eram categorizadas conforme seu nível de compreensão. Após uma análise estatística foi observado que houve uma evolução conceitual dos estudantes da amostra.

O autor conclui que a atividade que combina: i) simulações baseadas no estudo das C.A.’s de cada estudante; e ii) um método de exploração de modelos, o *P.O.E.*; demonstrou ser um excelente recurso na aprendizagem de conceitos físicos, inclusive os de difícil compreensão, como é o caso dos conceitos abordados no ensino de colisões (REIS E NETO, 2004, p.4).

2.1.4. ELETROMAGNETISMO: OBJETOS DE APRENDIZAGEM E A CONSTRUÇÃO DE SIGNIFICADOS BASEADOS EM UM AMBIENTE DE MÚLTIPLAS REPRESENTAÇÕES

Neste artigo, os autores Romero Tavares, Gil Luna Rodrigues, José Nazareno dos Santos e Mariel Andrade apresentam as potencialidades do uso de um objeto de aprendizagem desenvolvido pelo NOA (UFPB), “Núcleo de Construção de Objetos de Aprendizagem” que desenvolve em Flash, os Objetos de Aprendizagem (OA) do eletromagnetismo, caracterizados por múltiplas representações: contexto histórico e aplicações, vinhetas, mapa conceitual, avaliação formativa, animação interativa, ajuda, guia do professor e som.

Fundamentado na teoria de aprendizagem significativa e da teoria de codificação dual, o objeto de aprendizagem emprega várias estratégias facilitadoras de aprendizagem significativa e o ambiente criado fornece ao mesmo tempo informações verbais e visuais.

O exemplo utilizado neste artigo é o Objeto de Aprendizagem (OA) televisão, este OA, em termos de informações textuais, disponibiliza dois arquivos: (i) contexto histórico, onde a História da Física organiza a evolução conceitual do assunto eletromagnetismo; (ii) aplicações, com o estudo dos conceitos envolvidos na proposição física, gráficos e modo de funcionamento da televisão.

O guia do professor recomenda ao orientador, quais objetivos e metodologias de ensino são úteis para desenvolver as atividades dentro do contexto da Teoria de Aprendizagem Significativa.

Segundo Tavares et al. (2008) a metodologia adotada pelo NOA na construção dos Objetos Aprendizagem tem os seguintes aspectos: (i) procurar atender as diversas exigências dos agentes do processo ensino-aprendizagem, aceitando que as diferenças são as regras correntes em salas de estudos e (ii) estruturar o código fonte de cada OA a partir de blocos padrões, reutilizáveis, pequenos, de pouca exigência computacional e flexíveis.

Os novos OA são incorporados aos já existentes, formando um software completo (FASF – Ferramenta para Aprendizagem Significativa em Física). Aqui, o FASF atua como um repositório, controlando o acesso aos arquivos dos tipos: HTML, SWF, PDF, XML, MP3, FLV e JPEG.

O uso de computadores é empregado pela maioria dos educadores como uma ferramenta para auxiliar a construção do conhecimento. O NOA segue esta tendência, sendo adepto da simulação/modelagem. Um modelo é uma representação de um fenômeno e a modelagem permite que tanto o modelo possa ser compreendido, assim como, o próprio fenômeno através das múltiplas representações e escolha entre uma e outra.

2.1.5. UMA ANÁLISE SEMI-QUANTITATIVA DA VALIDAÇÃO DE UM OBJETO DE APRENDIZAGEM PARA A COMPREENSÃO DE CONCEITOS TERMODINÂMICOS NO ENSINO MÉDIO

Este artigo, dos autores Eder Paulus Moraes Guerra, Airton Fontenele Sampaio Xavier, F. Herbert Lima Vasconcelos, José A. de Castro Filho e Mauro C. Pequeno, relata os resultados parciais alcançados com o uso de um Objeto de Aprendizagem (OA), chamado Termo Física.

Testes de conhecimento foram utilizados para medir o potencial pedagógico da ferramenta, sendo seus resultados apresentados através de uma análise estatística entre os dois grupos. A avaliação do objeto ocorreu através de aplicação de questionários aos dois grupos de alunos que participaram da pesquisa.

O *Termo Física* é um objeto de aprendizagem do tipo laboratório virtual. Neste OA o aluno tem à disposição um conjunto de experiências virtuais e conteúdo digital das áreas de Termologia e Termodinâmica. Estas experiências são acompanhadas de recursos interativos por meio da alteração em tempo de execução na realização de atividades propostas, através da mudança de algumas de suas variáveis.

Os participantes escolhidos para este estudo foram selecionados de duas turmas de alunos, que aqui serão tratadas como Turma X e Turma Y. A turma X contava com 40 alunos dos quais apenas 35 compareceram para a realização dos trabalhos. Esta turma será nosso grupo Experimental que utilizará o ambiente computacional. A turma Y, também composta de 40 alunos, dos quais estiveram presentes 37, foi nosso grupo de Controle que não utilizou o ambiente.

Os testes e os questionários foram analisados quanto aos dados e foram codificados, processados e armazenados, utilizando como suporte para o tratamento estatístico uma planilha eletrônica convencional. Através da análise das médias, o grupo

experimental teve uma média levemente superior à média escolar 6,0 enquanto o grupo de controle teve uma média inferior.

Analisando os resultados apontados pelo questionário de avaliação pedagógica do OA, verificaram-se os principais aspectos referentes à similaridade, acessibilidade, adaptabilidade, proveito e compatibilidade do seu uso e da aprendizagem proporcionada por ele.

Não foram encontradas referências sobre uma teoria de aprendizagem ou educacional, neste trabalho. Embora esteja tratando de uma análise parcial, o artigo mostra que o uso de softwares demonstra ser mais interessante e motivador para o estudante quando comparado com a metodologia de ensino convencional.

2.1.6. SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL E MAQUETES NA APRENDIZAGEM DE CIRCUITOS ELÉTRICOS: UM OLHAR SOBRE A SALA DE AULA

No presente artigo, os autores Ana Paula Rebello e Maurivan Güntzel Ramos, apresentam um relato investigativo sobre o processo de aprendizagem de circuitos elétricos no ensino médio, com o auxílio de simulação computacional e de maquetes.

Nesta pesquisa, relacionada à aprendizagem no ensino médio, sobre o tema “Circuitos elétricos”, com ênfase na associação de resistores, cujo processo de ensino ocorreu por meio de uma Unidade de Aprendizagem (UA), na qual, entre outras atividades, foram construídas maquetes pelos alunos a partir da utilização de um recurso computacional: o programa gratuito *CrocodilePhysics*®.

A UA, diferente de uma receita a ser seguida pelo professor, consiste em um modo de organização do ensino no qual são reunidas atividades com base nos conhecimentos iniciais dos alunos e nos questionamentos propostos, de modo que consigam dar novo significado a esses conhecimentos. Nesse processo, o professor é co-pesquisador, tanto dos conhecimentos em estudo quanto da sua própria prática, pois há situações nas quais o professor “ensina” o que também não sabe.

O principal objetivo dessa investigação foi buscar alternativas para superar o ensino sobre circuitos elétricos, tradicionalmente implementados, baseando-se em fórmulas e resoluções matemáticas.

O programa permitiu aos alunos realizarem simulações de diferentes circuitos elétricos, visualizarem e compreenderem o seu funcionamento e elaborarem um

esquema técnico (representação gráfica) de um circuito elétrico, base para a construção de uma maquete dinâmica temática: modelo tridimensional de um circuito elétrico, reproduzindo um ambiente, capaz de funcionar pelo acionamento de interruptores.

Na sequência, os alunos participaram de uma exposição das maquetes construídas, para a comunidade escolar, oportunidade em que puderam apresentar seus trabalhos, tanto de modo tridimensional quanto esquemático, responder aos questionamentos e argumentar sobre suas decisões.

Desse modo, a investigação envolveu diretamente trinta alunos do ensino médio de uma escola pública estadual de Porto Alegre – RS. Nessa escola a matrícula é por disciplina, o que, com frequência, favorece a evasão escolar no decorrer do ano letivo, tendo como um dos motivos, o baixo rendimento nas avaliações. Em geral, os alunos não residem no bairro onde a escola está localizada, mas nos mais diferentes locais de Porto Alegre e da Região Metropolitana.

A pesquisa buscou responder à seguinte questão: *Como as atividades de ensino, com o auxílio de maquetes e de recursos computacionais, podem contribuir para a aprendizagem significativa de circuitos elétricos, com ênfase na associação de resistores, por alunos do ensino médio?*

Para compreender o processo de aprendizagem dos alunos foram coletados dados de natureza quantitativa e qualitativa. Os dados de natureza quantitativa foram obtidos por meio de dois testes, sendo um inicial e um final, de trinta alunos que participaram de todas as atividades previstas na Unidade de Aprendizagem; os dados de natureza qualitativa foram obtidos por meio de uma entrevista com nove alunos que obtiveram o melhor desempenho no teste final em relação ao inicial.

Participaram das atividades da pesquisa, desenvolvidas no âmbito das ações de sala de aula normais, 80 alunos de seis turmas distintas, dos turnos tarde e noite. Desse grupo, aqueles alunos que realizaram todas as atividades previstas e executadas foram selecionados para integrar a pesquisa.

Assim, são considerados efetivamente sujeitos da pesquisa um grupo de 30 alunos, provenientes dessas turmas. Estes sujeitos têm idades de 16 a 21 anos, com média de 18 anos, idade elevada para o ensino médio. Quanto ao sexo, os sujeitos distribuem-se em 50% do sexo feminino e 50% de sexo masculino. Ao todo foram sete aulas com duração de 100 minutos cada, realizadas durante dois meses.

Os resultados apontam que a avaliação final apresentou um melhor resultado que a inicial, tendo um destaque na proporção de 86% de notas inferiores a 6,0 no teste

inicial em comparação com 3% de notas inferiores a 6,0 no teste final, mostrando uma melhora significativa.

Os alunos entrevistados mostram *entusiasmo e motivação* com o seu envolvimento e participação na UA (Unidade de Aprendizagem), e mencionam sua aplicabilidade prática em seus cotidianos. Revelam um interesse despertado pelo aprendizado sobre associação de resistores com as atividades propostas e é possível perceber a sua satisfação em serem os agentes de seu próprio conhecimento, pois foi evidente a compreensão do conteúdo estudado.

Sobre a confecção da maquete, os alunos apresentaram contribuições significativas, evidenciando a relevância desse recurso para a aprendizagem. Mencionam *a praticidade da atividade da maquete* como modo de aprender a partir do que sabem e aplicar os conteúdos trabalhados.

Assim, estendem seus novos conhecimentos a situações do cotidiano, fora do ambiente escolar. Ressalvam a dissociação da prática e da teoria em outros conteúdos como um fator que dificulta a aprendizagem. As entrevistas mostraram que em um contexto não-tradicional de ensino *foi despertado o interesse* tanto no conteúdo quanto em situações futuras identificadas pelos alunos.

A associação dessas atividades permitiu que os entrevistados visualizassem os circuitos de forma lúdica, por meio de simulações com o uso de um programa de computador e por meio da manipulação desses mesmos circuitos em uma maquete dinâmica, tridimensional, planejada e confeccionada por eles.

A construção de uma representação da maquete através de um esquema técnico de forma mais elaborada, veio em decorrência da atividade do computador. A manipulação dos elementos do circuito elétrico em um ambiente virtual possibilitou a reorganização mental dos alunos para a confecção dos seus esquemas técnicos.

Pelos resultados, percebe-se que as atividades realizadas e as mediações efetivadas durante a Unidade de Aprendizagem contribuíram de forma significativa para esse resultado. Os avanços foram observados durante todo o processo, bem como as dificuldades.

Destaca-se a atividade desenvolvida com o programa *CrocodilePhysics®*, pois os alunos tiveram a possibilidade de simular diferentes circuitos de forma interativa, fazendo inclusive simulações de curtos circuitos e alterações de voltagem de baterias que resultavam na queima das lâmpadas associadas.

O estudo por meio deste software oportunizou aos alunos, ainda, a produção de um esquema técnico dos circuitos, empregando a simbologia adequada, o que evidencia avanços no sentido da aprendizagem deste tema num plano abstrato.

Outra atividade destacada pelo grupo foi à construção das maquetes dinâmicas, que, em geral, reproduziam ambientes, como as próprias casas dos alunos, e era possível ver a iluminação em funcionamento, com circuitos em série e em paralelo, uma das exigências da tarefa.

Assim, os alunos foram estimulados a colocar em prática os conhecimentos aprendidos durante as atividades, de forma prazerosa e desafiadora, promovendo o trabalho em equipe e desenvolvendo as relações interpessoais e, principalmente, sendo desafiados a argumentar sobre o que realizaram e aprenderam.

2.1.7. RELATO DO USO DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL COM MODELAGEM MATEMÁTICA EM AULAS DE CINEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO

Este trabalho, das autoras Daniela Cristina Barsotti, Rejane Cristina Trombini Pereira e Ducinei Garcia é caracterizado por um relato dos resultados obtidos pela aplicação de uma simulação utilizando modelagem matemática como software Modellus.

O conteúdo que está sendo abordado é a cinemática, e a aplicação ocorreu em uma escola pública e uma escola privada. Não há referência sobre uma teoria de aprendizagem, embora na sequência das atividades pareça ter alguma relação com a teoria de aprendizagem significativa de David P. Ausubel.

As atividades deste trabalho foram realizadas com 20 alunos do primeiro ano do Ensino Médio, de uma instituição privada, situada em Rio Claro, interior do Estado de São Paulo e com 34 alunos do primeiro, 27 do segundo e 23 do terceiro ano do Ensino Médio de uma instituição pública, situada em Ibaté, também interior do Estado de São Paulo.

Na instituição privada as aulas, com noventa minutos de duração, ocorreram no laboratório de informática e em período inverso ao curso de Física regular do Ensino Médio. O laboratório conta com vinte máquinas em funcionamento com conexão a internet.

A sequência didática desenvolvida está dividida em quatro etapas. Na primeira delas, avaliam-se os conhecimentos prévios dos alunos em relação aos conteúdos relacionados à Cinemática. A segunda etapa é constituída pela introdução da modelagem matemática, utilizando operações básicas do software Modellus na construção de uma simulação simples (realizada em conjunto com os próprios alunos).

A terceira etapa do trabalho consiste ainda na modelagem (e consequente simulação), a ser criada e construída pelos próprios alunos, mas acompanhada de estímulos para a utilização de recursos mais complexos, tanto em relação ao software quanto à exploração de conceitos de Cinemática. A quarta e última etapa, é realizado um questionário para a avaliação da aprendizagem dos conceitos.

Os resultados a partir dos questionários foram que independente da instituição de ensino a dificuldade maior dos alunos é na interpretação e compreensão dos gráficos de cinemática.

Na realização das atividades com a modelagem matemática, a partir do software Modellus, as expectativas em relação às aulas de Física, no Ensino Médio, superaram o esperado, pois, por ser um programa que envolve certa quantidade de matemática, acaba sendo o motivo do desânimo relatado pelos alunos para não entender a Física. Era previsto que não fosse ser interessante para todos que participassem das aulas, mas as observações feitas sobre a prática mostraram o contrário.

2.1.8. A TECNOLOGIA COMO ORGANIZADOR PRÉVIO: USO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DA ELETRICIDADE

Este trabalho dos autores, Ivanildo José de Melo Filho, Ana Luiza de Souza Rolim e Rosângela Saraiva Carvalho apresenta os resultados de uma experiência realizada com os alunos do ensino pós-médio do curso técnico em informática do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Pernambuco – IFET/PE – Campus Belo Jardim, que teve como objetivo promover a organização dos conhecimentos prévios dos alunos.

A tecnologia aplicada foi uma sequência de vídeos e de simulações interativas como objetos de aprendizagem para o ensino da eletricidade, com foco na Lei de OHM.

É fundamentado na teoria da aprendizagem significativa de (AUSUBEL, 1982) que propõe a valorização dos conhecimentos prévios dos alunos permitindo estabelecer, construir e reconstruir esses conhecimentos. Para tal, é preciso estabelecer uma

organização prévia dos conceitos, através de organizadores prévios cuja função principal é a de superar a fronteira entre o que o aluno já sabe e aquilo que ele precisa saber.

Os objetos de aprendizagem utilizados neste trabalho são vídeos que foram extraídos de domínio público e de simulações interativas. As simulações interativas são do repositório PhET–Physics Education Technology da University Colorado at Boulder.

Estes repositórios contêm simulações de várias disciplinas, com ferramentas escritas em Java e flash.

Neste trabalho, os objetos de aprendizagem são utilizados como ferramenta de apoio à aprendizagem sob duas visões: ele como instrumento interativo unidirecional, ou seja, a informação é transmitida em apenas um único sentido, através da exibição dos vídeos.

Na sequência, os objetos de aprendizagem são utilizados como instrumento de interatividade, através da manipulação das simulações interativas, proporcionando ao aluno independência na construção e modificação do temas trabalhados, por conseguinte, estabelecendo uma aprendizagem com significado.

Os alunos participantes são da cidade de Belo Jardim e de municípios circunvizinhos do agreste pernambucano. A faixa etária destes situa-se entre 17 e 40 anos. Alguns deles já possuem formação profissional e de graduação, contudo, a grande maioria é oriunda do ensino médio.

Foram utilizados, vídeos e simulações interativas como objetos de aprendizagem, na discussão da Lei de OHM, abordando a relação entre as grandezas elétricas V , I , R , onde V é a representação da Tensão Elétrica, I é a representação da Corrente Elétrica e R é a representação da Resistência Elétrica, além da discussão em sala mediada pelo professor.

Os vídeos compõem uma sequência que trata os conceitos iniciais da geração da eletricidade e das grandezas elétricas que estão disponíveis em domínio público. As simulações interativas abordam a movimentação dos elétrons em um circuito elétrico simples e promove a relação de proporcionalidade entre as grandezas elétricas.

Este experimento foi realizado com vinte e cinco alunos do curso técnico em informática, turma do pós-médio, do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Pernambuco – Campus Belo Jardim, utilizando 12 horas divididas em quatro encontros.

Foi solicitado aos alunos participantes, que informassem o ano de conclusão do ensino médio e, se o assunto abordado foi tratado na disciplina de Física. Tal

procedimento teve a intenção de classificar os participantes em grupos com conhecimento prévio formal do assunto e os que não possuíam.

O trabalho foi constituído por quatro momentos:

Inicialmente, foi aplicada uma avaliação diagnóstica para averiguar os conhecimentos prévios, no segundo momento, foi gerada uma discussão com a participação da turma, referente aos conceitos avaliados, buscando associar e averiguar o nível de conhecimento existente. Em seguida, foram apresentados os objetos de aprendizagem que compreendiam inicialmente uma sequência de seis vídeos seguidos por três simulações interativas. Por fim, foi aplicada uma nova avaliação diagnóstica, diferente da inicial, confrontando o aluno com questões que evidenciavam situações problema, com a finalidade de verificar a influência destes recursos na construção do conceito da relação de proporcionalidade entre corrente, tensão e resistência estabelecidas pela Lei de OHM.

Na análise dos resultados foram desconsiderados aqueles onde os estudantes já apresentavam o conhecimento prévio formal, restando 16 alunos que foram classificados de acordo com a semelhança de respostas. Para os alunos que não tinham nenhum conhecimento prévio formal, a utilização dos objetos mostrou-se mais eficaz, visto que, na resolução das situações problema, eles relacionaram de forma clara a proporcionalidade das grandezas físicas, mostrando que os objetos de aprendizagem são instrumentos relevantes para promover um aprendizado mais significativo. O seu emprego, para aprendizagem, está alicerçado em fundamentos educacionais que estabelecem elos indispensáveis aos alunos para a construção do conhecimento.

2.1.9. UMA AVENTURA DINÂMICA: ESTUDO DE CASO APLICADO AO ENSINO DE FÍSICA

Este trabalho, cuja autoria pertence aos mestrados, Herik Zednik, Liane M. R. Tarouco, Eder P. M. Guerra, Ana C. M. Pinheiro, apresenta um objeto de aprendizagem (OA), intitulado “Uma Aventura Dinâmica” que simula a 3ª lei de Newton, sendo este objeto de aprendizagem voltado para as séries iniciais do ensino médio e caracteriza-se como sendo um recurso digital intuitivo que aborda o conteúdo de Física referente às leis de Newton.

A teoria de aprendizagem que se baseia a pesquisa é a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, mas é importante comentar que o objeto também se relaciona

com a teoria, pois carrega em seu conteúdo uma opção de mapas conceituais (Novak), onde os mapas conceituais foram concebidos com base na teoria de aprendizagem de Ausubel.

Na simulação, o aluno interage com o Sistema a partir dos seguintes recursos disponíveis: Selecionar Personagem, Selecionar Mostrar Vetores, Selecionar Simulação, Iniciar Simulação, Selecionar Força Aplicada ao Carro, Retornar Tela Inicial, Retornar Menu Principal. O Sistema também interage com o aluno a partir dos seguintes recursos: Exibir Vetor Força, Incrementar Peso Cesta, Simular Força Aplicada ao Carro, Incrementar Força Carro e Exibir Vetor Peso.

Esta pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso, pois não é possível separar o fenômeno estudado do seu contexto e por apresentar grande flexibilidade no seu desenvolvimento, além de apresentar um caráter quanti-qualitativo sendo desenvolvido durante a pesquisa um estudo comparativo entre o grupo experimental e o de controle, tendo como foco alunos do 1º ano do ensino médio.

O estudo partiu das seguintes questões: como mediar o processo de ensino-aprendizagem de conteúdos da física, a fim de que os alunos atinjam melhores desempenhos? Como a compreensão de conceitos matemáticos pode colaborar na aprendizagem de física? Será que a junção de mídias educacionais impressas e digitais pode facilitar o entendimento de conceitos da física?

E a partir das perguntas foram elaboradas as seguintes hipóteses: em decorrência do estímulo visual, o uso de mídias educacionais digitais no contexto de sala de aula pode colaborar significativamente na apropriação de conhecimentos da física; o domínio de conceitos matemáticos facilita a abstração de conteúdos da física; estratégias diversificadas estimulam os alunos a despertarem suas inteligências.

Desta forma, o experimento comparou duas amostras distintas a fim de avaliar a intervenção pedagógica com uso de recurso computacional proposto neste trabalho.

Os participantes são alunos do 1º ano do Ensino Médio, da Escola “X”, turno da noite, escola pública estadual, do interior do Estado do Ceará.

Para este estudo foram selecionadas duas turmas de alunos, que aqui serão tratadas como Turma A e Turma B.

A turma A contava com 40 alunos dos quais apenas 38 compareceram para a realização dos trabalhos. Esta turma foi o grupo experimental que utilizou o Objeto de aprendizagem Uma Aventura Dinâmica.

A turma B, composta de 42 alunos, dos quais estiveram presentes 40, foi o grupo de controle que não utilizou o ambiente, porém tiveram acesso as demais estratégias pedagógicas planejadas pelo professor de física.

As turmas foram escolhidas por apresentarem desempenho similar em física. Primeiramente, foram elaborados dois planos de aula para os alunos do 1º. EM, com foco apenas no conteúdo da 3ª Lei de Newton. Os dois planos são praticamente iguais, diferenciando-se apenas no quesito recurso, onde haveria aplicação do OA, Uma Aventura Dinâmica para turma (A) experimental.

O Planejamento previu 3 (três) semanas para execução do plano, na 1ª e 2ª semana os alunos tiveram acesso à aulas expositivas sobre o assunto, leitura e atividades no livro didático. Na 3ª semana a turma A teve acesso ao OA e suas atividades exploratórias, enquanto a Turma B realizou exercícios de revisão.

A experiência teve um total de 6 h/a. Também foram analisados os relatórios de rendimentos dos alunos, de anos anteriores avaliados na mesma competência, caracterizando-se como pesquisa documental por serem elaborados pela escola, porém não receberam nenhum tratamento analítico, constituindo-se como fonte rica e estável de dados.

Os dois grupos foram avaliados pelo mesmo instrumento de medida, que constou de um teste utilizado para verificar o desempenho na aprendizagem da turma A em relação a B, com o objetivo de estabelecer um parâmetro comparativo entre as turmas.

Além do teste de avaliação, também foi aplicado um questionário que avaliou o ambiente em relação ao aspecto pedagógico, de similaridade, de acessibilidade, de adaptabilidade, de proveito e de compatibilidade do OA.

Este questionário foi aplicado de forma individual somente com os alunos da turma experimental. Neste trabalho não apresentaremos os resultados desse teste.

A turma A (experimental), quando direcionada ao laboratório de informática, teve um momento inicial de interação com objeto, onde realizou inúmeras experiências virtuais relacionadas ao assunto visto em sala de aula.

Tais experiências foram realizadas utilizando o referido ambiente e ocorreram no laboratório de informática da escola com a mediação do professor, em seguida, à medida que interagiam, respondiam atividades propostas com questões formuladas, tendo como base o conteúdo abordado contextualizado no OA.

Em suma, os instrumentos utilizados nesta abordagem foram: plano de aula, relatório de rendimentos, atividade, teste de desempenho e questionário. Para analisar os

dados coletados durante a pesquisa de campo, realizamos um tratamento estatístico das notas obtidas através dos testes aplicados com os alunos. O universo estatístico teve como unidade a nota de cada um dos alunos pertencentes às turmas, experimental e de controle.

Nos resultados referentes às notas, os alunos da turma experimental A tiveram um percentual menor de notas inferiores a 5,0 do que a grupo de controle B.

Uma justificativa possível para os resultados apontados está relacionada ao fato de que os melhores índices dos testes mostram a turma A com resultados mais favoráveis, devido à intervenção pedagógica, na qual possibilitou aos alunos da turma.

A interação com Objeto de Aprendizagem Digital somada as outras mídias educacionais, como o Livro Didático, voltado à aprendizagem de Física.

Portanto, constatou-se a viabilidade da utilização de mídias digitais no contexto educacional, como forma de mediar à aprendizagem dos alunos através de recursos didáticos.

2.1.10. INVESTIGAÇÃO DO USO DE UM SOFTWARE COMPUTACIONAL NA ANÁLISE GRÁFICA EM ATIVIDADES DIDÁTICAS NA DISCIPLINA DE FÍSICA NO NÍVEL MÉDIO

Este trabalho investigativo, dos autores Dioni Paulo Pastorio, Josemar Alves, Inês Prieto Schmidt Sauerwein e Ricardo Andreas Sauerwein teve como objetivo, facilitar ao aluno a tarefa de construir e interpretar gráficos, por meio do uso de um aplicativo computacional Octave.

A escolha da ferramenta se deu pela sua compatibilidade ao aplicativo MatLAB, tendo como diferença que o Octave é livre enquanto o outro é pago.

Não foi utilizada uma teoria de aprendizagem para a realização do trabalho, nem referencias de onde e quando foi aplicada, embora sejam citados comentários de alguns autores sobre o uso de objetos de aprendizagem.

A proposta do trabalho foi dividida em duas partes, primeiramente, foi feita uma análise do tratamento tradicional para esta questão (uso de papel milimetrado na construção de gráficos), logo, foi comparada ao uso da ferramenta Octave, verificando assim suas vantagens em relação à primeira.

Na primeira etapa da pesquisa foi apresentada aos estudantes uma situação-problema, a qual deveria ser resolvida através de gráficos, usando o papel milimetrado

(método tradicional). A presente atividade não teve um resultado satisfatório, pois o tempo estimado para o desenvolvimento de toda atividade foi consumido apenas na construção do gráfico, além do mais, da pequena parcela de alunos que concluíram a tarefa, nenhum conseguiu fazê-la sem o auxílio do docente.

A segunda parte da pesquisa consistia na resolução de seis atividades apresentadas através de situação-problema, visando à resolução da mesma por meio de gráficos, só que agora com o auxílio do software Octave.

Os resultados encontrados com o uso do aplicativo foram satisfatórios, uma vez que, a maioria dos estudantes concluiu a atividade proposta no tempo estimado e ainda sem o auxílio do professor.

Com base nos resultados obtidos, foi verificado que estudantes do nível Médio podem utilizar, de forma satisfatória, um software, que é utilizado em pesquisas científicas, como auxílio na resolução de atividades de situações-problema que implicam na análise de gráficos.

Outros fatores observados e considerados foram a satisfação e motivação apresentadas pelos alunos ao término da atividade; isto ficou evidenciado ao apresentarem grande interesse durante as atividades propostas, e, além disso, percebeu-se a vontade de trabalhar com esta ferramenta em atividades propostas por outras disciplinas.

2.1.11. O USO DE SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS COMO FERRAMENTA DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE CIRCUITO ELÉTRICO RC

Este trabalho, cuja autoria pertence aos acadêmicos, Félix Miguel de Oliveira Junior, Dr. Pedro Carlos de Assis Junior, Luiz Rufino de França Filho, Sidney Gomes da Rocha e Christianne Vitor da Silva, descreve uma experiência pedagógica, aplicada a uma turma da terceira série do ensino médio de uma escola pública do município de Santa Luzia – PB.

Esta proposta consiste na utilização de simulações computacionais para o ensino de eletricidade. Objetivou-se com o uso da simulação a aproximação dos conceitos físicos estudados em sala de aula com a realidade cotidiana dos alunos.

Com a utilização deste objeto de aprendizagem tentando suprir as dificuldades dos alunos no conteúdo de circuitos elétricos, em particular os circuitos do tipo RC,

permite-se ao educando centrar-se na essência do problema. A simulação utilizada, foi desenvolvida pelo PhET e disponibilizada gratuitamente on-line.

A fundamentação teórica é baseada na teoria de aprendizagem de Ausubel sendo consideradas as três condições necessárias para que a aprendizagem ocorra de maneira significativa que são: o conhecimento prévio, o material ser potencialmente significativo e a disposição do aluno em relacionar os novos conceitos à estrutura existente.

Foram realizadas oito aulas, onde na primeira aula foi efetuado um pré-teste e nas duas posteriores foram aulas expositivas com o conteúdo de uma apostila confeccionada pelo professor. Na quarta e quinta aula, as aulas expositivas foram realizadas com o auxílio de simulações computacionais de circuito elétrico simples, projetadas por um data show, onde os alunos puderam observar o funcionamento do mesmo e tirar algumas conclusões.

Na sexta e sétima aula foi realizada a simulação de associação de capacitores. No oitavo encontro foi realizado um pós-teste cujo objetivo foi verificar as concepções dos alunos relativas aos conteúdos trabalhados por meio do objeto de aprendizagem e à avaliação da proposta de ensino, por fim a aula virou um debate sobre o tema, onde os alunos responderam a alguns questionamentos orais em relação ao assunto abordado, criou-se um ambiente bastante participativo.

Quanto aos conhecimentos prévios, após uma análise das respostas do pré-teste, podemos perceber que os estudantes manifestaram, predominantemente, conhecimentos do senso comum sobre o funcionamento dos circuitos elétricos e nas respostas do pós-teste, ficou objetivado que os alunos sentiram-se mais confiantes após a atividade com o uso do computador, no que se refere à construção dos circuitos elétricos RC, onde a simulação computacional deste tipo de circuito que sucederam às aulas expositivas trouxe uma melhor compreensão dos conceitos e possibilitou várias combinações de circuitos ainda não vivenciadas pelos alunos.

2.1.12. UMA METODOLOGIA ALTERNATIVA PARA O ENSINO DE FÍSICA: O USO DE SIMULADORES E SENSORES NA BUSCA DE UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Neste trabalho, dos autores, Jéssica Regina Romão Cabral, Cristiane Marina de Carvalho, João Antônio Corrêa Filho e Ângela Maria Braga de Castro, são relatados os

resultados de uma atividade sobre Eletricidade realizada por estudantes bolsistas do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) da Universidade Federal de São João Del-Rei (UFSJ), na Escola Estadual Cônego Osvaldo Lustosa da cidade de São João Del-Rei/MG, com turmas do terceiro ano do Ensino Médio.

A proposta foi realizada em um formato de minicurso, realizado em um dos laboratórios de Física da UFSJ, com duração de três horas, dividido em quatro atividades: interação dos alunos com simuladores sobre construção de circuitos, lei de Ohm e carga e descarga de um capacitor; exposição oral do conteúdo; realização de um experimento utilizando o sensor de corrente e tensão; e avaliação dos alunos que foi proposta em duas partes.

A primeira atividade consistia no cálculo das resistências a partir dos gráficos obtidos na atividade experimental, no cálculo teórico das resistências equivalentes e entre outras; e a segunda que consistiu em perguntas sobre o que alunos acharam da utilização de sensores e simuladores no minicurso, o que aprenderam, entre outras.

Dessa avaliação, foi possível perceber que os alunos chegaram ao minicurso com certa dificuldade no cálculo do coeficiente angular da reta, eles não lembravam como esse cálculo era feito, e não sabiam manipular seus valores, mesmo depois da nossa exposição.

Podemos perceber, através da análise da segunda parte da avaliação, que os alunos gostaram do minicurso e dos instrumentos de ensino utilizados por nós. Os alunos ressaltaram que a utilização dos instrumentos facilitou a compreensão dos conceitos abordados no minicurso.

Segundo os autores, o uso de simuladores e sensores no ensino de Física pode facilitar a identificação de conhecimentos prévios do conteúdo trabalhado, além de permitir a absorção do mesmo de forma significativa pelo aluno.

Dessa forma, os simuladores e sensores puderam propiciar a quebra com a lógica de um ensino baseando puramente na transmissão de conhecimento, ao mediar relações entre professores, conhecimentos e alunos.

2.1.13. SIMULAÇÕES COMPUTADOCIONAIS COMO FERRAMENTAS PARA O ENSINO DE CONCEITOS DE ELETRICIDADE

Neste trabalho, dos autores Josué Antunes de Macêdo e Adriana Gomes Dickman, é relatado o processo de elaboração e aplicação de um Roteiro de Atividades, dirigido a

professores do Ensino Médio, no qual são utilizadas simulações computacionais para o ensino de temas selecionados de Eletromagnetismo.

As atividades foram desenvolvidas com base nos “momentos pedagógicos⁴” de Delizoicov: Problematização inicial, Organização do conhecimento e Aplicação do conhecimento.

O Roteiro de Atividades é constituído por treze atividades sobre Circuitos simples e oito atividades sobre Ímãs, Corrente elétrica e Indução eletromagnética. As atividades utilizam as simulações Kit para Construção de Circuitos (KCC) e Laboratório de Eletromagnetismo, ambas desenvolvidas pelo projeto Tecnologia no Ensino de Física (PhET) da Universidade do Colorado e disponíveis gratuitamente online. Um vídeo foi utilizado para introduzir o tópico “Condutores e isolantes” foi aplicado a uma turma do terceiro ano do Ensino Médio.

A escolha das simulações ocorreu dentro dos seguintes critérios: facilidade de utilização, grau de interatividade, confiabilidade da origem e disponibilidade temporal.

O roteiro das atividades foi aplicado à turma do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola estadual na cidade de Contagem (MG), turno da manhã, com vinte e dois alunos, com média de idade entre 16 e 17 anos. Vale ressaltar, que esses alunos não tiveram nenhuma aula sobre o tema antes da intervenção.

A proposta deste trabalho é elaborada de maneira a contemplar as diretrizes norteadoras de um currículo, de acordo com a proposta curricular de Física do Estado de Minas Gerais.

Dessa maneira, busca-se promover: o desenvolvimento de competências, uso de artefatos tecnológicos e aproximação com as coisas cotidianas.

A atividade foi feita em três etapas, sendo a primeira a aplicação de um pré-teste para analisar os conhecimentos prévios, a segunda foi à aplicação da intervenção (atividades) e a terceira consistiu em um pós-teste, ambos os testes continham quatro questões para responder.

As respostas colhidas foram divididas em quatro categorias: correta, parcialmente correta, incorreta e não respondeu. Na categoria correta, foi levada em consideração a coerência da justificativa com conceitos cientificamente aceitos. Na categoria parcialmente correta, foram consideradas respostas que contêm conceitos cientificamente aceitos, porém justificativas incompletas para o fenômeno em questão.

⁴ Momentos Pedagógicos de Delizoicov: DELIZOICOV; Demétrio; ANGOTTI, José André Peres. Metodologia do ensino de Ciências. 2ª Ed. São Paulo: Cortez, 1994.

Na categoria incorreta, foram consideradas as respostas incoerentes com o contexto. Na categoria não respondeu, enquadram-se as perguntas deixadas em branco. Os resultados mostraram que nas atividades propostas a uma turma do Ensino Médio é possível ensinar conteúdos de física de uma maneira agradável, envolvendo os alunos no aprendizado, e, ao mesmo tempo, provocando uma mudança conceitual.

2.2.DISSERTAÇÕES

2.2.1. UM ESTUDO SOBRE O DESEMPENHO DE ALUNOS DE FÍSICA USUÁRIOS DA FERRAMENTA COMPUTACIONAL MODELLUS NA INTERPRETAÇÃO DE GRÁFICOS EM CINEMÁTICA

Este estudo, que compõe o trabalho de dissertação de mestrado do então mestrando Ives Solano Araújo do programa de pós-graduação em Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, buscou investigar o desempenho dos estudantes do curso de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, quando participaram de atividades complementares de modelagem computacional utilizando o software Modellus, onde a interpretação de gráficos de cinemática foi o tópico escolhido para a investigação.

Dentro da temática, teve como base uma série de trabalhos desenvolvidos sobre o tema, dentre eles, destacado pelo autor, um trabalho de BEICHNER⁵ (1994).

Assim, o autor propõe um teste para averiguar a interpretação de gráficos de cinemática por parte dos estudantes, e o levantamento de suas principais dificuldades (VEIT, 2002, p. 14).

A fundamentação teórica a qual o estudo se baseia é a teoria de aprendizagem significativa de Ausubel e a Modelagem esquemática de Halloun⁶.

A hipótese admitida é a que o tratamento de pesquisa promoverá a predisposição do aluno para aprender, relacionando as novas informações, de forma substantiva e não arbitrária, à sua estrutura cognitiva, criando assim condições para uma aprendizagem

⁵ BEICHNER, R. J. The impact of video motion analysis on kinematics graph interpretation skills. American Journal of Physics, Woodbury, v.64, n.10, p. 1272-1277, Oct. 1996

⁶HALLOUN, I. Schematic modeling for meaningful learning of physics. Journal of Research in Science Teaching, New York, v. 33, n. 9, p. 1019-1041, Nov. 1996

significativa do conteúdo trabalhado que resultará em melhor desempenho em teste de conhecimento sobre o tal conteúdo (VEIT⁷, 2002, p. 30).

O delineamento escolhido para a pesquisa é o delineamento quase experimental usando a notação de Campbell⁸, tendo como amostra 57 alunos voluntários das nove turmas do 1º ano do curso de Física na disciplina de Física Geral I, sendo os alunos das turmas A até a F que compõem o grupo experimental e as turmas G, H e I compondo o grupo de controle.

Após a validação e aplicação do pré-teste, o tratamento do grupo experimental foi pautado em atividades de modelagem usando o software Modellus. Tais atividades foram classificadas em exploratórias e de criação, sendo que as atividades exploratórias caracterizam-se pela observação, análise e interpretação do sujeito de modelos já construídos, enquanto as atividades de criação são as que envolvem a análise de resultados gerados a partir de expressões matemáticas.

O grupo experimental iniciou com 31 estudantes, dos quais 26 participaram de todo o processo, sendo que no último encontro foi pedido aos participantes que elaborassem um depoimento por escrito e sem identificação sobre as atividades incluindo críticas, comentários e sugestões.

Após a elaboração e validação, foi aplicado o teste final para todos os alunos das nove turmas de Física Geral I do 1ª semestre de 2002.

Na comparação dos resultados, foi observado que a média de notas do teste final dos alunos que participaram do grupo experimental foi maior que do grupo de controle, sugerindo que o uso do software Modellus como atividade completar seja vantajoso para promover a aprendizagem significativa.

Outro aspecto importante é o da motivação para aprender, que o uso de computadores despertou nos estudantes sugerindo que atividades de modelagem exercem uma influência positiva na predisposição do indivíduo para aprender Física.

2.2.2. USO DE SIMULADORES DE IMAGENS COMO FERRAMENTAS AUXILIARES NO ENSINO/ APRENDIZAGEM DE ÓTICA

⁷ VEIT, E. A.; TEODORO, V. D. Modelagem do ensino aprendizagem de Física e os novos parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v.24, n. 2, p. 87-96, Jun. 2002.

⁸CAMPBELL, D. T.; STANLEY, J. C. Experimental and quasi-experimental designs for resersh on teching. In: GAGE, N. L. (ORG). Handbook of research in teaching.Chicago: RandMcNally, 1963. P. 171-246.

Neste trabalho de dissertação de mestrado do autor Valmir Heckler, foi desenvolvido um hipertexto sobre ótica voltado para o ensino médio. Neste hipertexto são abordados tópicos da ótica física e da ótica geométrica através de um hipertexto que contém imagens, simulações e animações, além dos textos teóricos. Foram geradas 77 animações e 63 imagens, além de adaptar 13 simulações em Java, organizadas em HTML e disponibilizadas em CD-ROM.

O embasamento teórico é dado pelas teorias construtivistas e cognitivas, sendo sua base a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel⁹. Os conteúdos envolvidos são a ótica geométrica, a ótica física e a Física Moderna (Efeito Fotoelétrico e Compton), que foram distribuídos no hipertexto.

Dentre os objetivos listados no trabalho podem ser destacados, a tentativa de apresentar os conteúdos estudados de uma maneira mais atraente frente às aulas tradicionais e o fato de melhor utilização do tempo para trabalhar diversos fenômenos diferentes em um tempo menor se comparado às aulas tradicionais.

O trabalho foi desenvolvido na Sociedade Educacional Três de Maio (SETREM), ligada a Rede Sinodal de Educação, localizada na região noroeste do Rio Grande do Sul, nas aulas da 3ª série do ensino médio, com objetivo de verificar a aceitação e o entendimento do conteúdo pelos alunos, buscando também críticas e sugestões para possíveis melhorias.

Neste estudo não foi feita uma análise criteriosa qualitativa e quantitativa do material desenvolvido. O material foi trabalhado em 31 horas aula do período de 16 de junho a 01 de setembro de 2004, distribuídas em atividade do laboratório de informática, sala de aula, laboratório de física e avaliações.

Como não houve avaliações de conteúdo, mas sim do material, através das opiniões dos alunos, o autor comenta que o material proporciona um ambiente de estímulo, motivação e envolvimento no processo de ensino e aprendizagem. Os alunos participaram ativamente da aquisição de informações e construção do conhecimento, despertando o interesse pelas aulas de física na visão de 95% dos pesquisados (HECKLER, 2004, p. 85).

O autor também faz uma ressalva, que em contrapartida à utilização do material ele ainda trabalhou o conteúdo em outras turmas da mesma instituição sem o material, citando as dificuldades em trabalhar o conteúdo devido à falta de interesse dos estudantes, o tempo para trabalhar o conteúdo e a dificuldade de compreensão desses

⁹ MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999.

alunos, por meio das representações feitas no quadro, mostrando que o material desenvolvido também facilita o trabalho do professor.

2.2.3. USO DE ANIMAÇÕES VISANDO A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE FÍSICA TÉRMICA NO ENSINO MÉDIO

Neste trabalho de dissertação de mestrado em Física da autora Leila de Jesus Gonçalves, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, foram usadas diversas ferramentas de ensino, alocadas em um hipertexto, além de experimentos caseiros, sobre a forma de atividades complementares as aulas expositivas visando à aprendizagem significativa de física térmica no ensino médio.

A fundamentação teórica é baseada na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, dando ênfase nos conhecimentos prévios dos alunos, partindo do princípio de ensinar o aluno a partir do que ele já sabe.

O material desenvolvido foi aplicado na Escola Estadual de Ensino médio André Leão Puente, na cidade de Canoas, que na época tinha laboratório para experiências, mas pouco equipado com experimentos de física, e três computadores na biblioteca.

Participaram da pesquisa 111 alunos do segundo ano sendo 58 alunos do grupo experimental e 53 do grupo de controle, onde o grupo experimental é o grupo dos estudantes que utilizaram o material enquanto o grupo de controle participou das aulas convencionais de quadro e giz, com todas as aulas sendo ministradas pela autora da dissertação.

Foi aplicado um pré-teste nos dois grupos, e durante o trimestre foi apresentado todo o material além dos experimentos e o hipertexto com o conteúdo de termologia e termodinâmica. Ao fim das atividades, a última aula foi uma revisão e após esta revisão foi aplicada a prova tradicional e o pós-teste.

Ao final do trimestre foi aplicada a turma experimental um questionário com treze questões de múltipla escolha sendo que uma das questões estava relacionada às sugestões e observações, com o objetivo de fazer um levantamento da opinião dos alunos sobre a utilização das tecnologias aplicadas ao ensino.

Nas comparações entre o grupo experimental e o de controle, foi observada uma diferença e, segundo GONÇALVES (2005) a diferença entre os grupos não foi por acaso. Assim, apesar dessa diferença entre as duas médias ser de apenas um acerto no

pós-teste, essa pode ser atribuída ao uso dos recursos de multimídia no grupo experimental (GONÇALVES, 2005, p.67).

Gonçalves (2005) faz uma série de ponderações para melhor utilização do material, sendo elas: a capacitação do professor, infraestrutura adequada na escola, tanto física como tecnológica, pessoal de apoio, além de computadores que tenham drives de CD-ROM e configurações necessárias para executar os aplicativos, pois o material todo está disponível em CD-ROM.

Em suas considerações finais, Gonçalves (2005), pondera que as atividades complementares geraram uma maior motivação para aprender e conforme o questionário de avaliação, o material serve como auxílio em sala de aula e também fora do ambiente escolar para aprofundar o que aprenderam nas aulas.

2.2.4. INTRODUÇÃO AO USO DA INFORMÁTICA NO ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

Neste trabalho de dissertação do mestrado em Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, do autor Moacir da Rosa Miranda Junior, traz uma proposta alternativa de ensino, onde são aplicadas simulações, animações, softwares educacional entre outros tipos, às aulas expositivas e laboratoriais de Física voltados para o ensino de cinemática, dinâmica e energia através da rede TelEduc.

O objetivo do trabalho é proporcionar aos alunos um ensino mais dinâmico com aplicação do que é estudado em sala de aula relacionando conceitos com os fenômenos estudados, a partir de análises gráficas, exercícios, experiências virtuais e demais recursos de informática (JUNIOR, 2005, p.4).

A teoria de aprendizagem que permeia o trabalho é a teoria cognitivista de Piaget, dando uma ênfase na motivação dos alunos e fazendo um levantamento de exemplos do uso do computador como ferramenta de ensino. A metodologia do trabalho se baseia na teoria cognitivista de Piaget e na proposta de ensino salesiano.

A escola onde foi executado o trabalho é a escola particular Colégio Salesiano Dom Bosco, onde foi trabalhada uma turma de primeiro ano do Ensino Médio (turma piloto), com 40 alunos, com aulas às terças e quartas.

Os conteúdos sobre, cinemática, dinâmica e energia tiveram a carga horária com o total de 100 horas e foram ministrados através de aulas expositivas e de problemas e com auxílio da informática, em um laboratório que contém 20 computadores.

A avaliação foi feita através da comparação das respostas aos testes de concepções alternativas, aplicados no início e no fim do ano letivo, tendo seus resultados comparados ao de outra turma que não teve participação no processo.

Os resultados obtidos foram surpreendentes, segundo o autor. Para uma turma convencional (que não participou do processo), o índice de acertos no final do ano é baixo e similar à turma piloto no início do ano, revelando que os alunos mantiveram as concepções alternativas após as aulas convencionais.

No caso da turma piloto, entretanto, o índice de acertos aumentou consideravelmente, isto significa que o método empregado neste trabalho, com recursos de informática e participação ativa dos estudantes, realmente proporcionou uma aprendizagem significativa (JUNIOR 2005, p. 63).

2.2.5. UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE ELETRODINÂMICA NO ENSINO MÉDIO

Neste trabalho de dissertação de mestrado do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, de autoria da então mestranda Maria Beatriz dos Santos Almeida Moraes, defendida em 2005, é apresentada uma proposta para o ensino de eletrodinâmica, em duas turmas, uma com 38 alunos e outra turma com 40 alunos do terceiro ano do ensino médio do Instituto Estadual de Educação Ernesto Alves localizado na cidade de Rio Pardo – RS.

Este trabalho tem como objetivo proporcionar aos estudantes aulas de físicas mais eficientes e atraentes para que os alunos possam ser mais produtivos durante o processo, de modo a facilitar a aprendizagem ao ponto do aluno ser o sujeito capaz da construção do próprio conhecimento (MORAES, 2005, p.33).

Para isso, as aulas referentes ao conteúdo de eletrodinâmica, foram elaboradas conforme a programação para o ensino médio, aplicando recursos de informática, complementando e inovando as metodologias, dando ênfase aos conceitos e fenômenos, minimizando o desenvolvimento matemático, alterando as metodologias utilizadas usualmente visando trazer melhorias para o ensino e a aprendizagem.

A metodologia baseia-se na teoria cognitivista de Piaget¹⁰ e Ausubel. Iniciou-se com um pré-teste para averiguar os conhecimentos prévios dos alunos. As atividades

¹⁰PIAGET, J. *Estudos sociológicos*. Rio de Janeiro: Editora Forense, 1973.

compreenderam aulas expositivas interativas, resolução de problemas e de exercícios, trabalhos individuais e em grupos, realização de experiências reais e experimentos virtuais com auxílio do aplicativo Edison adequado para simulação de circuitos elétricos, além disso, a interação entre professor e alunos se deu através de um ambiente virtual de aprendizagem o TelEduc.

Participaram da pesquisa duas turmas de terceiro ano do colégio, uma turma com 40 alunos e outra com 43 alunos com idades que variam de 16 a 19 anos. No primeiro trimestre a metodologia aplicada foi à expositiva, sem perder de vista a proposta construtivista, os conhecimentos prévios dos alunos e a ênfase para os conteúdos significativos, sendo a nova proposta aplicada no segundo trimestre de 2004 (MORAES, 2005, p. 37).

Ao final das atividades foi aplicado um pós-teste, para uma posterior análise qualitativa e quantitativa dos resultados obtidos. A análise qualitativa compreende uma série de observações que a autora coloca mediante a opinião dos alunos sobre os diversos recursos disponibilizados. A análise quantitativa compreende além das comparações do pré-teste e pós-teste, as notas obtidas, o desempenho em avaliações escritas e também em testes de questões de vestibular.

De uma maneira geral, os resultados foram positivos, não só nos testes, mas também na participação dos alunos em sala de aula e nas atividades extraclasse assim como no nível dos trabalhos apresentados, mostrando que o uso do material favoreceu a aprendizagem de conteúdos de eletrodinâmica (MORAES, 2005, p. 103).

2.2.6. CONTRIBUIÇÕES DOS OBJETOS DE APREDNIZAGEM, NO ENSINO DE FÍSICA, PARA O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO CRÍTICO E DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Neste trabalho de tese de doutorado em informática, cuja autoria pertence à Ana Marli Bulegon, apresentada em 2011, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, investigou-se a contribuição do uso dos Objetos de Aprendizagem (OA) no desenvolvimento do pensamento crítico e da aprendizagem significativa.

A fundamentação teórica está baseada na teoria de aprendizagem de Ausubel com as contribuições de Jonassen¹¹ sobre o pensamento crítico, além de outros autores

¹¹ JONASSEN, D. Computers in classroom: mindtools for critical thinking. A Simon & Schuster Company. Englewoods Cliffs: New Jersey, 291 p. 1996^a.

destacando os modelos pedagógicos de Kolb¹², conhecido como ciclo de Kolb e o modelo dos três momentos pedagógicos de Delizoicov.

A metodologia da pesquisa é definida como uma pesquisa do tipo qualitativa e também quantitativa, visto que o problema é complexo, de natureza social e sugere o uso destas duas abordagens (BULEGON, 2011, p.68).

A pesquisa caracteriza como um estudo de caso, pois de acordo com a questão desta pesquisa, analisou-se o processo de ensino e de aprendizagem a partir do uso dos objetos de aprendizagem, inseridos nos três momentos pedagógicos e organizados de acordo com o ciclo de Kolb.

As atividades foram realizadas no laboratório de informática de uma escola estadual do interior do Rio Grande do Sul, na disciplina de Física, no turno da manhã com carga horária de três horas-aula semanais com duração de 50 minutos cada, durante o período de seis semanas, tendo como conteúdo o estudo dos gases e termodinâmica.

A escolha dos objetos de aprendizagem utilizados foi feita através de uma seleção com base no referencial teórico, usada através da plataforma MOODLE em ambiente Linux.

A amostra foi composta de alunos do segundo ano do ensino médio com idades entre 15 a 18 anos, pertencentes a nove turmas sendo duas experimentais com 23 alunos e sete de controle com 25 alunos.

Foram utilizados os seguintes instrumentos de coleta de dados: testes, relatórios, questionários, exercícios e observações da interação dos estudantes com os objetos de aprendizagem. Para a avaliação do desenvolvimento do pensamento crítico e da aprendizagem, fez-se o uso de um questionário no início e no final da aplicação do módulo didático.

Os módulos didáticos foram constituídos de uma série de atividades realizadas através da plataforma MOODLE, onde os estudantes foram levados ao laboratório de informática, equipado com um computador por aluno com acesso à internet, além de Data show, quadro branco e caneta para professora.

A autora relata que o desenvolvimento de atividades de aprendizagem com uso de objetos de aprendizagem, dentro de uma perspectiva investigativa, permitiu aos alunos apresentar e justificar suas próprias resoluções, proporcionando a eles um contínuo envolvimento ao longo de todo o processo.

¹²KOLB, D. A. Experimental Learning experience as a source of learning and development. New Jersey Prentice Hall, 1984.

Dessa forma, além de proporcionar um melhor entendimento conceitual da física, contribuiu para a formação de uma pessoa autônoma e crítica de contínua busca de conhecimentos, mostrando que os objetos de aprendizagem, trabalhados nesta perspectiva, proporcionam um ambiente mais adequado para uma aprendizagem significativa e contribuem para o desenvolvimento do pensamento crítico (BULEGON, 2011, p.118).

2.2.7. OBJETOS DE APRENDIZAGEM E O ENSINO DE CONCEITOS DE ELETROMAGNETISMO NO ENSINO MÉDIO

Este trabalho de dissertação de mestrado cuja autoria pertence a José Mauro de Sousa, foi defendido no ano de 2012, quando participava do programa de pós-graduação em ensino de ciências na modalidade mestrado profissional, pela Universidade Federal de Itajubá – MG.

A dissertação constitui uma pesquisa de caráter qualitativo a respeito das potencialidades das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) para o ensino de Física no Ensino Médio, a qual investiga como os Objetos de Aprendizagem (OA) podem contribuir para o ensino de conceitos de Eletromagnetismo em uma turma da terceira série, em uma escola da cidade de Guaratinguetá – SP.

As simulações proporcionadas pelos OA possibilitaram a visualização dos fenômenos físicos estudados, os quais, no caso do Eletromagnetismo, exigem maior capacidade de abstração para o seu entendimento. As atividades realizadas também favoreceram o desenvolvimento de determinadas habilidades relacionadas à competência de investigação e compreensão dos conceitos físicos.

A escolha dos OA utilizados durante a realização das atividades pelos alunos foi feita após a busca em alguns repositórios disponíveis na *web* sobre OA relacionados ao tema Eletromagnetismo, onde que foi utilizado, o *Laboratório de Eletromagnetismo de Faradaye Movimento de Cargas num Campo Magnético*.

Para a realização da pesquisa, foi considerada a seguinte questão: *Como os objetos de aprendizagem podem contribuir para o ensino de conceitos de Eletromagnetismo no Ensino Médio?*

Além disso, teve como objetivo geral, investigar as potencialidades e as contribuições dos objetos de aprendizagem (OA) no ensino de conceitos de Física para

alunos do Ensino Médio, a partir do uso de simulações durante as aulas de Eletromagnetismo.

O presente trabalho não tem fundamentação teórica baseada em uma teoria de aprendizagem ou teoria educacional, mas o autor faz uso de diversas referências sobre o uso de objetos de aprendizagem citando outros trabalhos.

Os estudos referentes a esta pesquisa foram realizados com alunos da terceira série do Ensino Médio Regular, na E. E. Prof.^a Maria Amália de Magalhães Turner, na cidade de Guaratinguetá – SP, tendo como base uma análise qualitativa.

Foi aplicado um piloto em novembro de 2011, onde participou da pesquisa piloto uma turma de terceiro ano do Ensino Médio Regular da escola, a qual era formada por 33 alunos, sendo as atividades, assim como alguns textos usados durante as aulas, apresentados inicialmente aos alunos por meio de um ambiente virtual, o TelEduc.

A turma da terceira série do Ensino Médio que participou da pesquisa possuía, inicialmente, 23 alunos (4 alunos mudaram de escola durante o período em que a pesquisa se desenvolveu). Tratava-se da única turma de terceira série do Ensino Médio Regular na escola e a mesma funcionava no período matutino. A coleta de dados realizada neste trabalho foi feita por meio da observação e das anotações em campo, utilizando um caderno de campo, filmadora e gravador.

As atividades em sala foram realizadas com os estudantes organizados em pares, e ao final ocorria o preenchimento de fichas de avaliação sendo a análise e interpretação dos dados, realizadas através de triangulação, baseadas na visualização do fenômeno físico e na presença matemática. Segundo o autor, as visualizações parecem auxiliar os alunos quanto ao entendimento dos conceitos estudados, à medida que podem facilitar a compreensão de elementos mais abstratos relacionados a estes conceitos, enquanto a presença da matemática na utilização do OA durante as aulas, também favoreceu o desenvolvimento das discussões dos conceitos sem o abandono do tratamento matemático para as situações estudadas, mesmo diante de algumas dificuldades apresentadas pelos alunos em alguns momentos.

2.2.8. UMA PROPOSTA DE ENSINO DE MECÂNICA NO ENSINO MÉDIO CONTEXTUALIZADO COM A ASTRONOMIA E A ASTRONÁUTICA

Neste trabalho de dissertação de autoria do então mestrando Hugo Henrique de Abreu Pinto, quando participou do programa de pós-graduação em ensino de Ciências e

matemática no Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca Do Rio de Janeiro, defendido em 2012, teve como objetivo contribuir para uma maior aproximação entre os conteúdos e os PCN's especialmente em relação à organização de conteúdos e temas estruturadores, tendo como conteúdo escolhido a mecânica e o tema estruturador a “astronomia e astronáutica”.

Como produto educacional, foi desenvolvido em uma hipermídia, com os conteúdos trabalhados em aula, que pode servir como material didático a alunos e suporte a professores. A hipermídia está disponível em www.hugo.pro.br/astrologia.htm.

A teoria de aprendizagem que fundamenta a proposta é a teoria de aprendizagem significativa de Ausubel, trabalhando com os conhecimentos prévios, organizadores e as evidências para que a aprendizagem ocorra.

Fazendo uma integração com a teoria de Ausubel, foi utilizada a teoria da educação de Novak, partindo do princípio que a aprendizagem é uma experiência afetiva entre o aprendiz e o evento educativo, tendo a premissa básica de que os seres humanos fazem três coisas: pensam, sentem e atuam (PINTO, 2012, p.14).

A pesquisa foi realizada no Colégio Estadual Capitão de Fragata Didier Barbosa Vianna, localizada na ilha do governador no Estado do Rio de Janeiro. As propostas deste trabalho foram aplicadas em uma turma desse colégio, onde o autor lecionou aulas de física, no ano letivo de 2010. A motivação da pesquisa entre outras coisas está na utilização do material para estimular os estudantes a frequentarem as aulas, visto que a taxa de evasão é alta, o que inclusive ocorreu durante a aplicação do trabalho.

O material proposto é uma hipermídia, vídeos e simulação, complementando as aulas expositivas efetuadas a partir de textos desenvolvidos. Os alunos escolhidos para a investigação dos conhecimentos prévios (posterior aplicação do projeto) pertenciam a uma turma de segundo ano do ensino médio noturno, onde aplicou-se um pré-teste e um pós-teste, como instrumentos de coleta de dados. As questões do pré-teste e pós-teste foram elaboradas mesclando questões discursivas com múltipla escolha.

Os resultados não foram os esperados, pois o autor elenca que a baixa frequência (faltas) aliada a eventos “copa do mundo”, o fato dos alunos trabalharem e também o tempo não ser suficiente para trabalhar todo conteúdo, atrapalharam os resultados. Mas, mesmo não estando dentro das expectativas, ocorreram ganhos de aprendizagem significativos, mesmo que estes ganhos não foram os desejados para um aluno de ensino médio.

2.3.CONTRIBUÇÕES DOS ARTIGOS, TESE E DISSERTAÇÕES.

Os artigos, a tese e as dissertações consultados para a realização deste trabalho mostram, de uma maneira geral, que o uso de objetos de aprendizagem (OA) como ferramenta pedagógica, proporciona uma melhora nos resultados dos testes e avaliações realizados após a utilização da ferramenta, comparando com os resultados obtidos antes da utilização.

Estes resultados também mostram que o uso, de objetos de aprendizagem, funciona como agente motivador, despertando o interesse dos alunos para o ensino.

A diversidade metodológica é outro ponto interessante nestes artigos, pois os objetos de aprendizagem podem ser elaborados de diversas formas, sejam applets em Java ou em Flash, sites, vídeos, animações e também plataformas de ensino como o MOODLE ou o TelEduc, presente em vários destes artigos. Isso, não significa que os objetos foram utilizados sem nenhum critério.

Embora os objetos tenham um grande potencial para ser utilizados de várias maneiras, foi observado que os trabalhos estavam fundamentados com uma teoria de aprendizagem e também um planejamento da aplicação.

Para este trabalho específico, foi feita uma busca por artigos, teses e dissertações que utilizavam como fundamentação teórica à teoria de aprendizagem significativa de Ausubel e/ou a teoria de aprendizagem significativa crítica de Marco Antônio Moreira.

Em alguns trabalhos foi observada a utilização de outras teorias além das consultadas, para corroborar com a metodologia de ensino assim como a análise dos dados.

As pesquisas, em geral, foram qualitativas com alguns elementos quantitativos, que corroboram com a análise qualitativa, na qual os alunos eram separados em grupos, sendo um experimental e outro de controle. A diferença entre os grupos era a metodologia aplicada, onde um grupo sempre utilizava o objeto de aprendizagem enquanto o outro tinha aulas tradicionais.

Com isso, eram aplicadas duas avaliações, uma para verificar os conhecimentos prévios e outra para comparar e verificar o aprendizado. Em alguns artigos, além das avaliações, foram feitas entrevistas para verificar a opinião dos alunos participantes a respeito da atividade.

As avaliações foram, em geral, objetivas com questões de múltipla escolha, mas também tiveram trabalhos onde as avaliações foram dissertativas com respostas analisadas através de critérios propostos com base nas teorias.

As revisões destes trabalhos serviram para nortear os caminhos desta dissertação, auxiliando na escolha da metodologia da pesquisa, instrumentos de coleta de dados e na utilização de avaliações dissertativas, além de auxiliar no processo de elaboração dos critérios de análise dos resultados aqui utilizados.

As teses consultadas, além de corroborar nos aspectos teóricos e metodológicos, importantes no que tange a corroboração dos resultados, também serviram para nortear a estruturação deste trabalho, em relação à organização dos tópicos e conteúdo.

Sobre os resultados apresentados pelos trabalhos consultados, onde em sua maioria foi feita pesquisa comparando grupo experimental e grupo de controle, ficou evidente, uma melhora do grupo experimental, o qual utilizava a estratégia de ensino diferenciada em relação ao grupo de controle, que utilizava em geral a estratégia de aula expositiva.

Com a evidência de melhoria dos resultados do grupo experimental, quando comparados ao grupo de controle, este trabalho optou-se por não utilizar o grupo de controle para fins de comparação.

Este trabalho tem como objetivo validar um objeto que está sendo testado. Além disso, busca verificar em que situações a ferramenta testada poderia favorecer o aprendizado e em que pontos são necessárias outras formas de intervenções, visto que em muitos dos trabalhos consultados, além das simulações, outros tipos de atividades como experimentos, animações em slides, também foram utilizados como ferramenta de ensino.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1.OBJETOS DE APRENDIZAGEM

Aqui serão mostradas algumas ideias apresentadas por alguns autores sobre os objetos de aprendizagem que englobam o universo das TIC's. Além dos conceitos relacionados ao tema, outras importantes considerações a respeito do uso dessas tecnologias para o ensino e aprendizagem dos conceitos de Física serão apresentadas.

3.2.O QUE É UM OBJETO DE APRENDIZAGEM (OA)

Segundo Macêdo et al. (2007), ainda não existe um consenso a respeito da definição de OA, uma vez que os estudos sobre o tema são recentes. Observa-se, entretanto, que grande parte dos autores como Wiley (2000), Macedo et al. (2007) e Silva (2011) apresentam suas ideias a respeito do tema, considerando a definição apresentada pelo *Learning Technology Standards Committee (LTSC)*, órgão ligado ao *Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)*.

De acordo com o LTSC, um objeto de aprendizagem pode ser definido como “qualquer entidade, digital ou não digital, que pode ser usada, reutilizada ou referenciada durante o aprendizado apoiado por tecnologia” (LTSC, 2002).

Embora a definição do LTSC, seja a definição mais citada, existem autores que discordam em alguns pontos. Silva (2006) discorda da definição do LTSC, no que tange ao objeto de aprendizagem como qualquer entidade digital ou não, pois segundo o autor,

Uma vez que esse Comitê considera que a aprendizagem com OA deve se apoiar na tecnologia, poderia soar como um contrassenso afirmar que um OA venha a ser também uma entidade não digital. Embora a palavra tecnologia não signifique necessariamente digital, o Comitê não diz em qual outro tipo de tecnologia o OA poderia se apoiar. Destaque-se, ainda, que o LTSC não explicita ou não exemplifica o que pode ser considerado OA não digital para a aprendizagem com suporte tecnológico (SILVA, 2006, p. 50).

Mesmo que careça de uma definição universal ao tema, a definição que considera o objeto de aprendizagem (OA) como um recurso digital utilizado para a aprendizagem parece ser a tendência a ser seguida.

É o que faz Wiley (2000), ao considerar como objeto de aprendizagem "qualquer recurso digital que pode ser reutilizado para apoiar a aprendizagem" (WILEY, 2000, p.

4). Na concepção desse autor, o OA inclui desde recursos menores como imagens digitais ou fotos até páginas inteiras da web que apresentam textos, imagens e outras mídias.

No que diz respeito ao ensino de Ciências, Santos Neto, Sasseron e Pietrocola (2009) afirmam que apesar de críticas quanto a sua utilização, os OA apresentam-se como ferramentas dinâmicas com capacidade de proporcionar influências positivas para a aprendizagem e para as aulas em diversas situações:

Um OA é capaz de fazer com que os alunos trabalhem em diversos contextos de aprendizagem. Permite também tratar tanto um único conceito de uma teoria quanto englobar todo um corpo mais extenso de conceitos presentes nesta mesma teoria; além disso, pode exigir dos estudantes a transferência de seus conhecimentos para outras situações. Sendo assim pensados, os OA mudam o foco da aprendizagem tradicional, com o professor detentor do conhecimento, para enfatizar e privilegiar o papel da análise, da síntese e de outras habilidades de caráter cognitivo na aprendizagem, ou seja, uma aprendizagem direcionada ao aluno como construtor do seu próprio conhecimento (SANTOS NETO; SASSERON; PIETROCOLA, 2009, p. 84).

Os autores afirmam ainda, que o OA virtual é mais que uma simulação sobre um fenômeno, sendo também uma situação, uma história que pode levar o aluno a percorrer um caminho partindo de um contexto, refletindo sobre possibilidades e investigando problemas para compreender certos conceitos. Além disso,

[...] oferecem também uma boa flexibilidade quanto ao contexto de sua utilização, pois os OAs trazem propostas capazes de viabilizar o tratamento de certos fenômenos que, devido ao instrumental envolvido em sua investigação, se tornam inviáveis de serem abordados em sala de aula ou mesmo no laboratório didático; os OAs podem ajudar a tornar mais acessíveis temas difíceis de serem compreendidos ou relacionados com a realidade; vemos também a possibilidade do trabalho com os OAs para auxiliar os alunos a reorganizar seu conhecimento, perceber os caminhos para o aprofundamento do conhecimento de certas áreas, como estes saberes são construídos e desenvolvidos, como problemas são solucionados, entre outras questões (SANTOS NETO, SASSERON; PIETROCOLA, 2009, p. 85).

Apesar de reconhecer as vantagens do uso de OA para o ensino de Ciências, Martins (2010) chama a atenção para o fato de que o professor precisa ser criterioso e fazer a análise do OA que pretende utilizar durante sua prática, pois há também exemplos de recursos que dificultam a aprendizagem do aluno, ou ainda, existe a possibilidade de não atender aos objetivos das atividades elaboradas pelo professor.

3.3. TEORIA DE APRENDIZAGEM DE DAVID AUSUBEL

A aprendizagem nos moldes do ensino tradicional, da maioria dos componentes curriculares acadêmicas pressupõe que a aquisição de conhecimento é fim em si mesmo.

Esta é a razão pela qual se presume que a aprendizagem em sala de aula, independente das aptidões intelectuais ou vocacionais, tenha sido motivo pequeno de preocupações por parte de muitos atores envolvidos neste processo. Também é levantada a questão onde os estudantes devam ser mais responsáveis por sua aprendizagem, tendo a escola como fonte de orientação, fornecendo aos estudantes disciplinas e/ou conteúdos apropriados, a partir do planejamento do currículo escolar e da metodologia (AUSUBEL, 1980, p.4).

Nesta perspectiva, não podemos ignorar, que o uso de uma teoria de aprendizagem, se mostra ferramenta importante no processo de ensino, pois embora não possa nos dizer como ensinar pode nos apontar caminhos viáveis para fazê-lo de maneira mais eficiente (AUSUBEL, 1980, p.13).

É importante frisar, que a melhoria do ensino depende também de outras variáveis, como a utilização de uma teoria de aprendizagem adequada, das novas ramificações extraídas a partir da aplicação da teoria, que Ausubel chama de “princípios básicos”, estes podem ser interpretados como resultados das modificações/adaptações na teoria de aprendizagem exigida pelas dificuldades práticas ou novas variáveis adicionais envolvidas na tarefa de ensino.

O conceito central que Ausubel se baseia para descrever sua teoria é o de aprendizagem significativa, que segundo ele é:

[...] um processo através do qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante já existente na estrutura cognitiva do indivíduo. Este processo envolve a interação de uma nova informação com uma informação já existente¹³ na estrutura de conhecimento do indivíduo (AUSUBEL, 1980, p.35).

Ausubel é um representante do cognitivismo e sua teoria propõe uma explicação teórica do processo de aprendizagem, assim como outros teóricos, se baseia na ideia de que existe uma estrutura onde todas as informações estão organizadas de tal forma que permite sua interação e reorganização. Essa estrutura é entendida como o conteúdo total

¹³SUBSUNÇOR: Para Ausubel, o subsunçor é o conceito mais inclusivo (específico) ligado a estrutura cognitiva. Para ele é neste conceito que ocorre a ancoragem da nova informação. Este conceito está localizado na base da estrutura onde em seu topo fica localizado os conceitos mais gerais. Na tradução da literatura consultada a palavra utilizada para designar o subsunçor é subordinador, dando a entender que este conceito dentro da teoria de Ausubel funciona como um ente subordinado capaz de se relacionar com as novas informações agregando significados modificando a estrutura.

de ideias de um indivíduo. O conteúdo da estrutura cognitiva é o resultado, segundo Ausubel, dos processos de aquisição e utilização de conhecimento.

Em sua forma mais simples a teoria de aprendizagem significativa implica na aquisição de novos conceitos. Estes conceitos devem se relacionar com a estrutura cognitiva preexistente do indivíduo. Nessa perspectiva a aprendizagem significativa pode ser caracterizada de três formas: representacional, proposicional e a significativa.

Existe uma série de mecanismos e processos teorizados por Ausubel que buscam explicar o processo de aquisição e assimilação de novos conceitos.

A essência do processo de aprendizagem significativa é que as ideias expressas simbolicamente sejam relacionadas às informações previamente adquiridas pelos alunos de uma maneira não arbitrária, onde o aluno manifeste uma intenção de fazer esta relação entre os novos conceitos e os conceitos preexistentes e que o material utilizado seja potencialmente significativo (AUSUBEL, 1980, p. 35).

Através dos processos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora, os novos conceitos são internalizados agregando a estrutura cognitiva preexistente tornando-se uma estrutura mais rica e mais organizada. Para Ausubel (1980) esses novos conceitos fazem parte da instrução escolar através da aprendizagem receptiva significativa.

A natureza e condições da aprendizagem receptiva significativa exigem um tipo de aula expositiva que leve em consideração os princípios da diferenciação progressiva e integração que caracterizam a aprendizagem, a retenção e a organização do conteúdo acadêmico na estrutura cognitiva do aluno. O primeiro princípio afirma que grande parte da aprendizagem e toda a retenção e organização dos assuntos são fundamentalmente hierárquicos, procedendo de cima para baixo em termos de nível de abstração, generalização e abrangência. A integração entre os assuntos é facilitada nas aulas expositivas se o professor e/ou os recursos didáticos disponíveis anteciparem explicitamente o emaranhado de semelhanças e diferenças entre as novas ideias relevantes e as preexistentes na estrutura cognitiva de cada aluno (AUSUBEL, 1980, p. 97).

Ausubel, quando se refere à hierarquia, defende que a forma de organização das ideias que ocorre na mente dos seres humanos pode ser comparada a uma grande “estrutura” (estrutura cognitiva) onde as ideias mais gerais, mais inclusivas que se colocam no topo da estrutura, estão ligadas as mais específicas, menos inclusivas que se colocam no começo da mesma.

Quando um material de ensino é apresentado, estas novas ideias se alocam, por semelhança nos níveis de abstração, generalização e abrangência, a esta estrutura, provocando assim, sua modificação e/ou reorganização.

À medida que ocorre o aprendizado, o material é agregado à estrutura cognitiva interagindo com a estrutura existente, sendo a aquisição de novos conceitos o resultado desta interação.

Quando o professor promove a integração entre os conteúdos conhecendo o que o aluno já sabe, há grande probabilidade da aprendizagem ser facilitada, pois isso favorece que novos conceitos apresentados no material de ensino, se integrem aos conceitos menos inclusivos preexistentes na estrutura cognitiva do aluno provocando sua modificação e/ou reorganização e como resultado desta integração ocorre o processo de aprendizagem que Ausubel nomeia aprendizagem significativa.

3.4.AS CONDIÇÕES DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A essência do processo de aprendizagem significativa integra ideias expressas simbolicamente e relacionadas às informações previamente adquiridas pelo aluno através de uma relação hierárquica e substantiva (AUSUBEL, 1980, p. 35). Isso quer dizer que a nova informação se relaciona com as informações semelhantes preexistentes na estrutura cognitiva do aluno.

A aprendizagem significativa pressupõe que o aluno manifeste uma disposição para a aprendizagem significativa – ou seja, uma disposição para relacionar de forma não arbitrária e substantiva o novo material a estrutura cognitiva – e que o material seja potencialmente significativo – principalmente incorporável a estrutura através de uma relação não arbitrária e não literal (AUSUBEL, 1961¹⁴).

Dessa forma então, para que haja a aprendizagem significativa, utilizando as condições que Ausubel coloca, é importante levar em consideração primeiramente o que o aluno já sabe. Assim, a relação entre as novas ideias e as preexistentes na estrutura cognitiva do estudante pode ocorrer através de uma relação não arbitrária e substantiva de forma mais eficiente.

Por outro lado, isso não é suficiente, pois o aluno também precisa “contribuir” manifestando o interesse para o aprendizado destas novas informações, através do

¹⁴Ausubel, D. P. In defense of verbal learning. *Education Theory*, 1961, 11, 15-25.

material educacional, o que Ausubel chama de predisposição para a aprendizagem significativa.

E por fim, o material deve ser elaborado de forma que proporcione ao aluno possibilidade de realizar as relações entre sua estrutura cognitiva preexistente e os novos conceitos e/ou ideias que estão sendo abordados no material de uma maneira hierárquica e substantiva. Sendo assim, se alguma destas condições não for satisfeita o processo de aprendizagem significativa poderá não ocorrer.

3.5. MATERIAL DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVO

Nas palavras de Ausubel, para que o material seja considerado significativo deve relacionar de maneira hierárquica e substantiva à estrutura cognitiva preexistente do estudante. Ele utiliza estas características do material como critérios para que o material possa ser considerado significativo.

O primeiro critério – relação não arbitrária – implica simplesmente que se o material propriamente dito exibe um caráter suficientemente não arbitrário (um caráter aleatório), porque existe uma base adequada e quase auto-evidente para relacioná-lo de forma não arbitrária aos tipos de ideias correspondentemente relevantes que os seres humanos são capazes de aprender. O material de aprendizagem significativo, conseqüentemente pode se relacionar de modo não arbitrário às ideias especificamente relevantes, como exemplos derivados, casos especiais, extensões, elaborações, modificações, qualificações e, mais particularmente, generalizações; ou relacionável a um conjunto mais amplo de ideias relevantes no sentido de ser mais coerente com elas de uma maneira geral.

Um segundo critério – relação substantiva – implica que se o material de aprendizagem for mais uma vez suficientemente não arbitrário, permitirá que um símbolo ou grupo de símbolos ideacionalmente equivalentes se relacionem à estrutura cognitiva sem qualquer alteração resultante no significado. Desse modo o mesmo conceito ou proposição pode ser expresso através de uma linguagem sinônima que vai remeter exatamente ao mesmo significado sem provocar uma mudança do significado na estrutura preexistente, por exemplo, para uma pessoa que tem um conhecimento elementar de aritmética $\frac{1}{2}$ e 0,5 se equivalem (AUSUBEL, 1980, p.37 e 38).

Por uma questão de definição Ausubel faz uma observação sobre a relação e as referências entre a aprendizagem significativa e a aprendizagem de material significativo. Para Ausubel a aprendizagem significativa não pode ser interpretada simplesmente como a aprendizagem do material significativo. Na aprendizagem significativa os materiais são apenas potencialmente significativos.

Se já forem significativos, o objetivo da aprendizagem significativa – ou seja, a aquisição de novos significados – se completa por definição, antes mesmo de qualquer tentativa de aprendizagem. De fato, na grande maioria das tarefas de aprendizagem potencialmente significativa, as partes componentes do material são também significativas; entretanto, nesses casos, a tarefa como um todo é potencialmente significativa (AUSUBEL, 1980, p.42).

3.6.PROCESSO DE ASSIMILAÇÃO

A base da teoria de assimilação está na ideia de que a nova informação ou um novo conceito interage com os conceitos preexistentes na estrutura cognitiva do aluno.

Isso provoca uma mudança tanto na nova informação quanto na informação existente, criando um novo produto desta interação.

Este processo de mudança da estrutura cognitiva resulta na diferenciação progressiva de conceitos e/ou proposições existentes na estrutura cognitiva provocando um refinamento dos significados e assim tornando a estrutura melhor preparada para receber novas informações e propiciar a aprendizagem significativa de uma maneira mais eficiente. Ausubel utiliza do seguinte exemplo:

Quando uma nova ideia **a** é aprendida significativamente e relacionada a ideia relevante **A**, tanto as ideias são modificadas, como **a** é assimilada pela ideia estabelecida **A**. **A** e a nova ideia **a** sofre modificações formando o produto da interação **A'a'** (AUSUBEL, 1980, p.104).

Na afirmação, o autor salienta que o produto interacional real da aprendizagem significativa não é a modificação de **a** em **a'** mas sim a modificação do conjunto que compreende **A'a'**.

Para facilitar a compreensão do processo de aquisição de conceitos na estrutura cognitiva, Ausubel propõe a “teoria de assimilação”. Esta “teoria” pode ser representada da seguinte maneira:

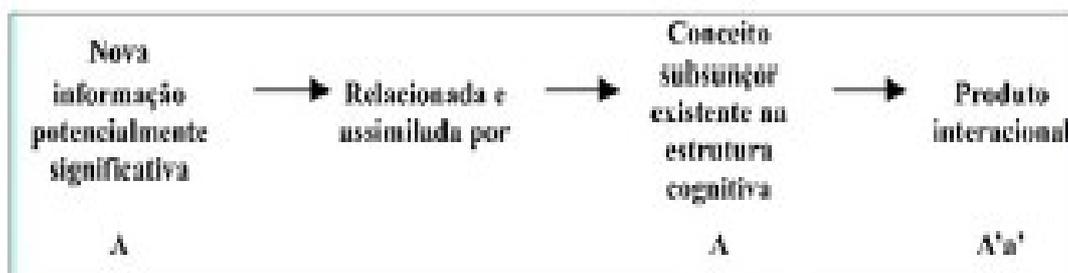


Fig. 1. Esquema de representação do processo de assimilação

Portanto, a assimilação é um processo onde um novo conceito “a”, potencialmente significativo é assimilado sob uma nova ideia ou conceito mais inclusivo “A” já existente na estrutura cognitiva, o produto é um novo conceito gerado a partir da modificação dos dois conceitos participantes do processo “A’a”.

Assim, sugere que a assimilação tenha um efeito facilitador na retenção de novos conhecimentos. Para explicar como novas informações permanecem disponíveis, Ausubel admite que por um período de tempo variável a nova informação permanece dissociável, comportando-se como entidades individuais:



Fig. 2 – Processo de dissociação de ideias

O processo de assimilação é importante não só pela aquisição de novos conhecimentos, mas também no fator processo de esquecimento desses significados. O esquecimento ocorre quando a nova informação incorpora a estrutura ao qual ela está ligada até não poder mais ser dissociada, reduzida aos significados mais estáveis.

3.7. A APRENDIZAGEM ESCOLAR SEGUNDO AUSUBEL

Para Ausubel grande parte da aprendizagem escolar envolve o desenvolvimento e elaboração dos significados de conceitos. Os conceitos são definidos como objetos, eventos, situações ou propriedades que possuem atributos essenciais comuns e são designados em uma dada cultura por alguns signos ou símbolos aceitos (Ausubel, 1980, p. 100).

Lembrando ainda, que os conceitos são adquiridos através de dois processos que é a formação de conceitos e a assimilação de conceitos, onde a formação de conceitos é característica da aprendizagem representacional, lembrando que a aprendizagem representacional é a aprendizagem dos símbolos que designam os nomes aos objetos, ou seja, o processo pelo qual um signo ou símbolo é reconhecido como uma forma culturalmente designada por representar o significado do conceito (Ausubel, 1980 – p. 100).

Nas escolas grande parte das disciplinas encontra-se na forma de proposições, que compreendem conceitos que em combinação tem algum significado composto. Para

aprender uma proposição, exige-se mais do que aprender os significados dos conceitos componentes (Ausubel, 1980 – pg. 100). Portanto, para aprender uma nova proposição, além de se conhecer os conceitos que a compõe é necessário compreender o significado da proposição.

Nesse contexto, a teoria de assimilação é a ideia de que novos significados são adquiridos pela interação do novo conhecimento como os conceitos e proposições aprendidos anteriormente. Este processo de interação resulta em uma modificação tanto do significado da nova informação como do significado ao qual esta nova informação está relacionada. Desta forma, cria-se um novo produto interacional com novo significado (AUSUBEL, 1980, p. 100).

3.8. APRENDIZAGEM DE CONCEITOS

Os conceitos, segundo Ausubel, constituem um aspecto importante da teoria de assimilação, uma vez que a compreensão e a solução criativa de problemas dependem amplamente da sua disponibilidade na estrutura cognitiva do indivíduo.

Os conceitos constituem as abstrações dos atributos essenciais que são comuns a uma classe de objetos, eventos ou fenômenos, independente da diversidade de dimensões, outras que não aquelas que caracterizam os atributos essenciais compartilhados por todos os membros desta categoria (AUSUBEL, 1980, p. 72).

Uma vez que os conceitos têm nomes exatamente como objetos e eventos particulares, eles podem ser manipulados, compreendidos ou transferidos mais facilmente que os inomináveis. Todo este processo, segundo Ausubel, depende claramente da disposição para a aprendizagem significativa e do relacionamento dos atributos essenciais potencialmente significativos com as ideias relevantes na estrutura cognitiva do aluno, de modo arbitrário e substantivo (AUSUBEL, 1980, p. 72).

3.9. A AQUISIÇÃO DE CONCEITOS

Ausubel considera relevante fazer uma distinção entre os dois processos principais, segundo ele, de aquisição de conceitos, sendo específico, a formação de conceitos, e a assimilação de conceitos. Ausubel salienta que a formação de conceitos ocorre em crianças em idade pré-escolar e a assimilação de conceitos é a forma

dominante de aquisição de conceitos para crianças em uma faixa etária mais elevada e em adultos (AUSUBEL, 1980, p. 77).

3.10. FORMAÇÃO DE CONCEITOS

A formação de conceitos ocorre em crianças em idade pré-escolar sendo caracterizado pela aquisição indutiva e espontânea de ideias genéricas como, por exemplo, “casa” ou “cachorro”, a partir de experiências empírico-concretas.

Este tipo de aprendizagem envolve processos psicológicos subjacentes como a análise discriminativa, abstração, diferenciação, formulação de testes ou hipóteses e generalização. Ocorre também, em indivíduos em idade mais avançada através de um processo mais sofisticado, referindo-se aos processos psicológicos envolvidos (AUSUBEL, 1980, p. 77).

3.11. ASSIMILAÇÃO DE CONCEITOS

O processo de assimilação de conceitos ocorre em crianças com idade escolar mais avançada e em adultos. Segundo Ausubel, a aprendizagem destes novos significados ocorre através da relação entre as novas informações com as informações preexistentes na estrutura cognitiva do indivíduo.

Ou seja, aprendem novos significados conceituais, entretanto, em contato com os atributos essenciais dos conceitos e relacionando estes atributos e ideias relevantes estabelecidas em suas estruturas cognitivas (AUSUBEL, 1980, p. 78).

Este processo é um tipo de aprendizagem significativa e não deve ser considerado um fenômeno meramente perceptual ou passivo, pois envolve várias operações cognitivas ativas.

Entretanto, em alguns casos, quando o significado de uma palavra nova não é por si mesma identificada no seu contexto, o processo de aprendizagem não é muito diferente daquele que envolve a formação de conceitos, pois o indivíduo deverá passar por todo processo de abstração, diferenciação, formulação de teste de hipótese e generalização antes do surgimento do novo significado (AUSUBEL, 1980, p. 78).

A operação preliminar mais fundamental através da qual o indivíduo adquire o novo significado do conceito por meio da aprendizagem receptiva envolve a aquisição do novo conceito genérico propriamente dito.

O aspecto mais importante do processo de assimilação de conceito envolve a correspondência de ideias relevantes, estabelecidas na estrutura cognitiva do indivíduo com conteúdo genérico potencialmente significativo sugeridos por termos de definição ou contextuais, sendo o resultado desta interação o surgimento do significado desta nova informação no cognitivo do aluno (AUSUBEL, 1980, p. 82).

3.12.DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA

Quando os assuntos são programados de acordo com o processo de diferenciação progressiva, as ideias mais gerais e mais inclusivas da disciplina são apresentadas em primeiro lugar. Sendo então, diferenciadas progressivamente, em termos de detalhe e especificidade. Esta ordem de apresentação corresponde a sequência natural de aquisição da consciência e sofisticação cognitiva quando os seres humanos são espontaneamente induzidos ou expostos a um campo completamente desconhecido de um corpo de conhecimentos familiar.

Também corresponde ao modo postulado de que este conhecimento é representado, organizado e guardado no sistema cognitivo humano. Dessa forma,

1. É menos difícil para o ser humano compreender os aspectos diferenciados de um todo previamente aprendido, mais inclusivo, do que formular o todo inclusivo a partir de suas partes diferenciadas previamente aprendidas.
2. Num indivíduo, a organização do conteúdo de uma disciplina particular consiste de uma estrutura hierárquica na sua própria mente. As ideias mais inclusivas ocupam uma posição no topo da estrutura e abrangem proposições, conceitos, e dados factuais progressivamente menos inclusivos e mais diferenciados.

Embora este princípio pareça autoevidente, é raramente seguido nos processos de ensino convencional e na organização dos livros-texto. A prática mais comum é a separação de conteúdos através de tópicos e subtópicos sem levar em consideração seu nível relativo de abstração, generalidade e inclusividade.

Esta prática é incompatível como mecanismo de organização hierárquica da estrutura cognitiva. Desta forma, segundo Ausubel, na maioria dos casos exige-se que os estudantes aprendam os detalhes de disciplinas novas e não familiares antes que tenham adquirido um corpo adequado de subordinadores relevantes num nível adequado de inclusividade.

Com resultado desta prática, alunos e professores são coagidos a tratar materiais potencialmente significativos como se tivessem um caráter mecânico.

Conseqüentemente tem dificuldades desnecessárias e pouco êxito tanto na aprendizagem como na retenção (AUSUBEL, 1980, p. 160).

A diferenciação progressiva da estrutura cognitiva é conseguida utilizando-se uma série hierárquica de organizadores (Em ordem descendente de inclusividade), cada qual precedendo a sua unidade correspondente de material detalhado e diferenciado, e colocando o material dentro de cada unidade em ordem descendente de inclusividade.

Desta maneira, um subordinador apropriadamente relevante e inclusivo é tornado disponível para oferecer um arcabouço ideativo para cada unidade componente do assunto diferenciado (AUSUBEL, 1980, p. 160).

Portanto, quando alunos dos cursos de graduação são, em primeiro lugar, expostos a organizadores que apresentem princípios subordinadores relevantes e adequadamente inclusivos, eles são mais capazes de ler e reter material ideativo completamente desconhecido (AUSUBEL, 1980, p. 161).

3.13. RECONCIALIZAÇÃO INTEGRADORA

O princípio da reconciliação integrativa da estrutura cognitiva, quando obtido por meio da programação de materiais instrucionais pode melhor ser descrito como antiético a prática usual dos escritores de livros-texto de compartimentalizar e segregar ideias ou tópicos particulares dentro de seus respectivos capítulos ou subcapítulos.

Esta prática considerada pedagogicamente satisfatória inibe o esforço no sentido de explorar explicitamente as relações entre as ideias, de assinalar semelhanças e diferenças significativas, e de reconciliar inconsistências reais ou aparentes. Algumas conseqüências são:

1. Termos múltiplos são usados para representar conceitos que são intrinsecamente equivalentes, exceto para uma referência contextual, gerando desta forma, uma tensão e confusão cognitivas incalculáveis, assim como encorajando a aprendizagem mecânica.
2. Barreiras artificiais são erigidas entre tópicos relacionados, obscurecendo importantes aspectos comuns, e assim tornando impossível a aquisição de discernimento dependentes do reconhecimento destas semelhanças.

3. Não se faz o uso adequado de ideias relevantes, previamente aprendidas como base de subordinar e incorporar nova informação relacionada.
4. Conceitos aparentemente similares cujas diferenças não foram tornadas claras e explícitas são muitas vezes percebidos e retidos como sendo idênticos, apesar de suas diferenças significativas.

O princípio também se aplica quando o assunto é organizado em linhas paralelas, isto é, quando os materiais relacionados são apresentados em série, mas sem nenhuma dependência sequencial intrínseca de um tópico para outro, no sentido que para se compreender o material da parte II não é necessário que se tenha compreendido o material da parte I. Cada material é auto-contido e pode ser adequadamente por si sem qualquer referência a outro, sendo sua ordem de apresentação, portanto irrelevante (AUSUBEL, 1980, p. 161).

Por outro lado, embora as tarefas de aprendizagem sucessiva do material organizado de forma paralela não sejam intrinsecamente dependentes umas das outras, obviamente ocorre muita interação cognitiva entre as mesmas. Elementos previamente aprendidos de uma sequência paralela desempenham um papel orientador e subordinador em relação aos elementos apresentados posteriormente.

Estes últimos são compreendidos e interpretados em termos de entendimentos existentes e paradigmas oferecidos por ideias análogas, familiares, previamente aprendidas e já estabelecidas na estrutura cognitiva.

Portanto, para que a aprendizagem de novas ideias não familiares ocorra, as ideias devem ser adequadamente discriminadas daquelas familiares estabelecidas. Caso contrário, os novos significados serão tão imbuídos de ambiguidades, concepções errôneas e confusões que serão parcialmente ou completamente não existentes de direito próprio (AUSUBEL, 1980, p. 162).

Em alguns casos de aprendizagem significativa e retenção, a principal dificuldade não é de caráter discriminativo, mas sim de uma aparente contradição entre ideias estabelecidas na estrutura cognitiva e as novas proposições do material de aprendizagem.

Sob estas condições, o aprendiz pode sumariamente afastar as novas proposições como não sendo válidas, pode tentar reduzi-las como entidades isoladas afastadas do conhecimento prévio aprendido ou pode tentar uma reconciliação integradora sob um subordinador mais inclusivo (AUSUBEL, 1980, p. 162).

3.14. UMA PROPOSTA PARA A RECONCIALIZAÇÃO, OS “ORGANIZADORES”

Ausubel sugere como um método válido para uma aplicação da reconciliação integrativa, o uso de organizadores, fazendo-o, assinalando explicitamente de que maneira as ideias previamente aprendidas, relacionadas na estrutura cognitiva, são ou basicamente similares ou essencialmente diferentes de novas ideias e informações na tarefa de aprendizagem.

Portanto, de um lado, os organizadores explicitamente utilizam e mobilizam todos os conceitos disponíveis na estrutura cognitiva que são relevantes e podem desempenhar um papel de subordinadores em relação com o novo material de aprendizagem.

Esta manobra efetua uma grande economia no esforço de aprendizagem, evita o isolamento de conceitos essencialmente similares em compartimentos separados, incomunicáveis, e desencoraja a proliferação de termos múltiplos para apresentar ideias ostensivamente diferentes, mas essencialmente equivalentes.

Além disso, os organizadores aumentam a capacidade de discriminar as diferenças genuínas entre os novos materiais de aprendizagem e ideias aparentemente análogas, mas muitas vezes conflitantes no cognitivo do aprendiz (AUSUBEL, 1980, p. 163).

3.15. ORGANIZAÇÃO SEQUENCIAL

O fato de que um dado tópico muitas vezes pressupor a compreensão prévia de algum tópico relacionado, pode obviamente ser utilizada para aumentar a capacidade de retenção de ideias utilizadas na aprendizagem significativa, aproveitando-se das dependências sequenciais naturais entre as divisões de componentes de uma disciplina.

Tipicamente, o conhecimento antecedente necessário é mais inclusivo e geral do que o material sequencialmente dependente, embora não seja uma regra.

De qualquer maneira ao organizar, na medida do possível, a ordem dos tópicos num dado campo de conhecimento de acordo com estas dependências sequenciais, a aprendizagem de cada unidade, por sua vez, se torna uma realidade de direito próprio.

Também constitui um arcabouço ideacional especificamente relevante para o próximo item na sequência (AUSUBEL, 1980, p. 164).

Para uma aprendizagem ainda mais eficiente, Ausubel sugere que seja preparado de maneira separada um organizador para cada unidade do material oferecido, melhorando a eficiência do material, uma vez que cada novo incremento de

conhecimento serve como ponto de esteio para a aprendizagem subsequente, pressupondo naturalmente que o passo antecedente seja completamente consolidado antes de iniciar o seguinte.

Contudo, existe o problema da averiguação acerca de qual sequência é mais eficiente. Isto envolve considerações de análise lógica da tarefa, diferenciação progressiva, nível evolutivo do funcionamento cognitivo, reconciliação integradora e hierarquias de aprendizagem (AUSUBEL, 1980, p. 164).

3.16.A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA

A teoria de aprendizagem significativa crítica (TASC) de Marco Antonio Moreira, baseia-se nas ideias desenvolvidas por Neil Postman e Charles Weingartner (1969) em seu livro *Teaching as a subversive activity* e também em algumas reflexões de Postman em livros mais recentes (*Technopoly*, 1993 e *The End of Education*, 1996).

Moreira argumenta que, nestes tempos de mudanças rápidas e drásticas, a aprendizagem deve ser não só significativa, mas também subversiva (crítica), sendo uma estratégia de sobrevivência na sociedade contemporânea.

Inspirado nas reflexões de Postman e Weingartner, Moreira apresenta sua percepção, baseada no princípio da aprendizagem significativa de Ausubel, de que aprendemos a partir do que sabemos (AUSUBEL, 1963 in MOREIRA 2005).

E ainda, de como a aprendizagem pode ser subversiva, através da utilização de uma série de princípios facilitadores, onde alguns têm implicações diretas para a organização do ensino e outros têm natureza epistemológica, mas, que também guiam o professor na mediação do ensino.

A aprendizagem significativa crítica, também, aponta alguns caminhos para que ela seja atingida, estes caminhos perpassam por seus princípios programáticos facilitadores, não esquecendo os princípios facilitadores de Ausubel, dentre eles a diferenciação progressiva e reconciliação integradora, a organização sequencial e a consolidação, e ainda, as estratégias facilitadoras como, organizadores prévios, mapa conceitual e os diagramas V.

Sabe-se que a aprendizagem significativa caracteriza-se pela interação entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio do aluno. Neste processo que é não literal e não arbitrário, o novo conhecimento adquire significado para o aprendiz, tornando o conhecimento prévio mais rico, mais diferenciado e estável (MOREIRA, 2005, p. 13).

É conhecido também, que a variável mais importante que influencia na aprendizagem é o conhecimento prévio, e, portanto para se atingir uma aprendizagem significativa é preciso averiguar esse conhecimento e ensinar de acordo com ele.

Na aprendizagem significativa o aprendiz não é um receptor passivo. Ele deve fazer uso dos significados que já internalizou de maneira substantiva. (refere-se ao aprendizado de novas informações ou ideias que são similares ou sinônimas das existentes na estrutura cognitiva do aprendiz.)

Neste caso, a nova informação incorpora-se a estrutura sem modificá-la e não arbitrária (refere-se ao processo de aprendizagem, onde uma nova informação ou idéia potencialmente relevante a estrutura cognitiva é incorporada a ela. Neste caso o material de ensino é preparado de tal forma que favoreça esta incorporação não tendo um aspecto aleatório), para poder captar significados dos materiais educacionais.

Nesse processo, ao mesmo tempo em que está sendo promovida uma reorganização na estrutura cognitiva do aprendiz, está ocorrendo também uma reconciliação integradora de modo a identificar semelhança e diferenças e reorganizar seu conhecimento. Em outro extremo deste contínuo, está a aprendizagem mecânica, na qual as novas informações são memorizadas de maneira arbitrária literal e não significativa. Este tipo de aprendizagem muito utilizada nas escolas não tem favorecido o aprendizado dos alunos.

O processo de aprendizagem significativa é progressivo e os significados vão sendo captados e internalizados gradualmente e nesse processo a linguagem e a interação social são muito importantes (MOREIRA, 2005, p. 14).

Não pode ser esquecido que a predisposição para aprender é uma premissa muito importante para que se ocorra à aprendizagem significativa, pois o aprendiz tem que demonstrar uma predisposição para relacionar de uma maneira arbitrária e não literal, o que ele já sabe com a nova informação potencialmente significativa, dos materiais educacionais ou educativos, que fazem parte do currículo (GOWIN, 1981³, in MOREIRA, 2005, p. 15).

3.17.O QUE É A “APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA”

A aprendizagem significativa crítica, segundo as palavras de Moreira,

é aquela que permite o indivíduo fazer parte de sua cultura e ao mesmo tempo estar fora dela (MOREIRA, 2005, p. 18).

Trata-se de uma perspectiva antropológica, em relação às atividades de seu grupo social que permite ao indivíduo participar das atividades sem se deixar influenciar, e ou alienar, por elas. Esse é o significado de subversivo para Postman e Weingartner.

Através da aprendizagem significativa crítica que o aluno pode fazer parte da sua cultura sem ser subjugado por ela, seus ritos e ideologias (MOREIRA, 2005, p. 18). Trata-se de uma perspectiva antropológica em relação às atividades de seu grupo social que permite ao indivíduo participar de tais atividades, mas, ao mesmo tempo, reconhecer quando a realidade está se afastando tanto que não está mais sendo captada pelo grupo.

Segundo Moreira, o ensino subversivo de Postman e Weingartner somente será subversivo se resultar em aprendizagem significativa crítica.

3.18.OS PRINCÍPIOS FACILITADORES

Semelhante aos princípios programáticos da aprendizagem significativa, a aprendizagem significativa crítica segue alguns princípios ou ideias facilitadoras tendo como referência a proposta de ensino subversivo de Postman e Weinartner. São eles:

- Princípio do conhecimento prévio.
- Princípio da interação social e do questionamento.
- Princípio da não centralidade no livro-texto.
- Princípio do aprendiz como preceptor / representador.
- Princípio do conhecimento como linguagem.
- Princípio da consciência semântica.
- Princípio da aprendizagem pelo erro.
- Princípio da desaprendizagem.
- Princípio da incerteza do conhecimento.
- Princípio da não utilização do quadro e giz.
- Princípio do abandono da narrativa. Deixar o aluno falar.

Neste trabalho, não foram utilizados todos os onze princípios facilitadores propostos pela teoria da aprendizagem significativa crítica. Descreveremos apenas os que foram utilizados:

1. Princípio do conhecimento prévio. Aprendemos a partir do que já sabemos. A aprendizagem significativa, no sentido de captar e internalizar significados

socialmente construídos e contextualmente aceitos é o primeiro passo, ou condição prévia, para uma aprendizagem significativa crítica. Quer dizer, para ser crítico de algum conhecimento, de algum conceito, de algum enunciado, primeiramente o sujeito tem que aprendê-lo significativamente e, para isso, seu conhecimento prévio é, isoladamente, a variável mais importante.

2. Princípio da não centralidade do livro- texto. Do uso de documentos, artigos e outros materiais educativos. Da diversidade de materiais instrucionais. O livro-texto simboliza aquela autoridade de onde "emana" o conhecimento. Professores e alunos se apóiam em demasia no livro-texto. Parece que o conhecimento está ali à espera para que o aluno venha a aprendê-lo, sem questionamento. Artigos científicos, contos, poesias, crônicas relatos, obras de arte e tantos outros materiais representam muito melhor a produção do conhecimento humano. São maneiras de documentar de maneira compacta o conhecimento produzido.

A utilização de materiais diversificados, e cuidadosamente selecionados, ao invés da "centralização" em livros-texto é também um princípio facilitador da aprendizagem significativa crítica.

3. Princípio do aprendiz como preceptor /representador. A questão é que o aprendiz é um preceptor /representador, i.e., ele percebe o mundo e o representa. Quer dizer, tudo que o aluno recebe ele percebe. E o que se percebe é, em grande parte, função de percepções prévias. Parafraseando Ausubel, poder-se-ia dizer que, se fosse possível isolar um único fator como o que mais influencia a percepção, dir-se-ia que seria a percepção prévia. Em outras palavras, o perceptor decide como representar em sua mente um objeto ou um estado de coisas do mundo e toma essa decisão baseado naquilo que sua experiência passada (i.e., percepções anteriores) sugere que irá "funcionar" para ele. É também o mesmo que dizer que não modificaremos nossas percepções, independentemente de quantas vezes nos disserem que estamos "errados", se elas "funcionam" para nós, i.e., se alcançam nossos objetivos representacionais.

A ideia de percepção/representação nos traz a noção de que o que "vemos" é produto do que acreditamos "estar lá" no mundo. Vemos as coisas não como elas são, mas como nós somos. Sempre que dissermos que uma coisa "é", ela não é. Em termos de ensino, isso significa que o professor estará sempre lidando com

as percepções dos alunos em um dado momento. Mais ainda, como as percepções dos alunos vêm de suas percepções prévias, as quais são únicas, cada um deles perceberá de maneira única o que lhe for ensinado.

4. Princípio da consciência semântica. Este princípio facilitador da aprendizagem significativa crítica implica várias conscientizações. A primeira delas, e talvez a mais importante de todas, é tomar consciência de que o significado está nas pessoas, não nas palavras. Sejam quais forem os significados que tenham as palavras, eles foram atribuídos a elas pelas pessoas. Contudo, as pessoas não podem dar às palavras significados que estejam além de sua experiência. Observa-se aí, outra vez, a importância do conhecimento prévio, i.e., dos significados prévios na aquisição de novos significados. Quando o aprendiz não tem condições, ou não quer atribuir significados às palavras, a aprendizagem é mecânica, não significativa.

A segunda conscientização necessária, e muito relacionada à primeira, é a de que as palavras não são aquilo ao qual elas ostensivamente se referem. Sempre que dissermos que uma coisa é, ela não é. A palavra significa a coisa, representa a coisa. É preciso, também, ter consciência de que é variável a correspondência entre palavras e referentes verificáveis, ou seja, há níveis de abstração variáveis. Outro tipo de consciência semântica necessária à aprendizagem significativa crítica é o de que, ao usarmos palavras para nomear as coisas, é preciso não deixar de perceber que os significados das palavras mudam. O mundo está permanentemente mudando, mas a utilização de nomes para as coisas tende a "fixar" o que é nomeado. Quer dizer, a linguagem tem certo efeito fotográfico. Com as palavras tiramos "fotos" das coisas. Estas "fotos" tendem a dificultar a percepção da mudança. Tendemos a continuar "vendo" a mesma coisa na medida em que damos um nome a ela.

5. Princípio da aprendizagem pelo erro. É preciso não confundir aprendizagem pelo erro com o conceito de aprendizagem por ensaio-e-erro, cujo significado é geralmente pejorativo. Na medida em que o conhecimento prévio é o fator determinante da aprendizagem significativa, ela, automaticamente, deixa de ser o processo errático e o teórico que caracteriza a aprendizagem por ensaio-e-erro. A ideia aqui é a de que o ser humano erra o tempo todo. É de a natureza humana errar. O homem aprende corrigindo seus erros. Não há nada

errado em errar. Errado é pensar que a certeza existe que a verdade é absoluta, que o conhecimento é permanente.

A escola, no entanto, pune o erro e busca promover a aprendizagem de fatos, leis, conceitos, teorias, como verdades duradouras. (Professores e livros de texto ajudam muito nessa tarefa.) Parece que o foco não deveria ser esse, mas a escola simplesmente ignora o erro como mecanismo humano, por excelência, para construir o conhecimento. Para ela, ocupar-se dos erros daqueles que pensavam ter descoberto fatos importantes e verdades duradouras é perda de tempo. Ao fazer isso, ela dá ao aluno a ideia de que o conhecimento que é correto, ou definitivo, é o conhecimento que temos hoje do mundo real, quando, na verdade, ele é provisório, ou seja, errado.

6. Princípio da não utilização do quadro-de-giz. Da participação ativa do aluno. Da diversidade de estratégias de ensino. Este princípio é complementar ao terceiro. Assim como o livro- texto simboliza a autoridade de onde "emana" o conhecimento, o quadro-de-giz simboliza o ensino transmissivo, no qual outra autoridade, o professor, parafraseia, ou simplesmente repete o que está no livro, ou resolve exercícios, para que os alunos copiem, "estudem" na véspera da prova e nela repitam o que conseguem lembrar. É difícil imaginar ensino mais antiaprendizagem significativa, e muito menos crítica, do que esse: o professor escreve no quadro, os alunos copiam, decoram e reproduzem. É a apologia da aprendizagem mecânica, mas, ainda assim, predomina na escola.

4. METODOLOGIA DA PESQUISA

De uma maneira geral, pode-se dizer que o fenômeno de interesse da pesquisa em ensino tem a ver com o ensino, aprendizagem, avaliação, currículo e o contexto. Neste ponto de vista, Moreira (2009) aponta que os eventos focalizados pela pesquisa em ensino são episódios, acontecimentos, situações, relativos a ensino, aprendizagem, currículo, contexto e avaliação ou a combinação deles.

Uma aula, um procedimento de avaliação, um novo currículo, a influência de certa variável sobre a aprendizagem, um experimento de laboratório, a percepção mútua de alunos e professores, são exemplo de eventos que interessam a pesquisa em ensino. Esses eventos podem ocorrer naturalmente ou serem estimulados pelo pesquisador, que então faz os devidos registros. O uso de filmagem é uma maneira de registrar esse evento. Anotações em uma ficha de observação ou de controle, gravações de

entrevistas, mapas conceituais, respostas a testes, são exemplos de registros de eventos. Tais registros são transformados e analisados - quantitativa e/ou qualitativamente - de modo a conduzir a explicações e/ou descrições que procuram responder questões-foco sobre o fenômeno de interesse. Essas questões, na perspectiva usada neste texto, se referem ao fenômeno de interesse da pesquisa em ensino, ou seja, ao ensino propriamente dito, à aprendizagem, à avaliação, ao currículo e ao contexto (MOREIRA, 2009, p.8).

Para este trabalho, por se tratar de uma pesquisa qualitativa, foi escolhido o delineamento definido por Campbell (1979) como *pré-experimental*, caracterizado por um pré-teste e um pós-teste aplicado a um grupo. O grupo ao qual Campbell se refere são os alunos que participaram da pesquisa. O pré-teste é caracterizado como o teste realizado antes da utilização da ferramenta de ensino, e o pós-teste é caracterizado como o teste após a aplicação da ferramenta de ensino.

Para coleta de dados foram utilizadas duas avaliações com instrumentos idênticas, em relação aos questionamentos propostos. A primeira avaliação aplicada como pré-teste, teve o objetivo de verificar os conhecimentos prévios dos alunos participantes da pesquisa. Estes resultados foram utilizados para orientar a elaboração de um organizador (apêndice B), apresentado durante duas aulas fazendo uma breve introdução ao conteúdo.

Após a introdução, feita através do uso de um organizador, foi utilizada a ferramenta de ensino. A ferramenta é um conjunto de três simulações onde são apresentados e discutidos os conceitos que envolvem cada situação dentro do fenômeno dentro no universo observado através das simulações, abordando tanto suas semelhanças como as diferenças, de modo a promover o processo de assimilação dos conceitos de acordo com a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel.

Posterior a aplicação da ferramenta foi então, realizado o pós-teste, uma avaliação que teve o objetivo de registrar, para posterior comparação com o pré-teste, e verificar a reconstrução conceitual atingida pelos estudantes participantes da pesquisa.

5. O ENFOQUE DA PESQUISA

Neste trabalho são utilizadas duas metodologias que se completam, uma diz respeito à prática pedagógica onde ocorre, com certo grau de detalhe, bem como a descrição das atividades realizadas pelo professor em sala de aula. A outra metodologia abordada faz referência à prática da pesquisa, ou seja, a experimentação, que abrange

tanto a coleta como a análise de dados. É através destes resultados que podemos verificar como foi o aprendizado dos estudantes durante a utilização da ferramenta proposta.

Campbell aponta o experimento como a única forma de evitar discussões relativas às práticas educacionais e de verificar melhoras na educação e como único critério de estabelecer uma tradição cumulativa em que possam ser introduzidos aperfeiçoamentos a prática pedagógica, sem risco de uma leviana renúncia à velha sabedoria, ou seja, sem provocar uma desistência nas tentativas de mudança em favor do que já se conhece (CAMPBELL, 1979, p.4).

Para as pesquisas em ensino, dois enfoques têm predominado, sendo eles, o enfoque quantitativo e o enfoque qualitativo. Moreira observa, que o enfoque quantitativo procura estudar os fenômenos de interesse da pesquisa em educação, geralmente através de estudos experimentais ou correlacionais caracterizados primordialmente por medições objetivas e análises quantitativas (MOREIRA, 2009, p.9).

A definição de experimento de Kerlinger (1980, pp. 94 e 125 in MOREIRA, 2009, p.10) ilustra bem essa característica da pesquisa quantitativa experimental:

Um experimento é uma pesquisa onde se manipulam uma ou mais variáveis independentes e os sujeitos são designados aleatoriamente a grupos experimentais [...] é um estudo no qual uma ou mais variáveis independentes são manipuladas e no qual a influência de todas ou quase todas as variáveis relevantes possíveis não pertinentes ao problema da investigação é reduzida a um mínimo.

Moreira argumenta que o pesquisador educacional quantitativo nem sempre manipula variáveis, às vezes, ele pode simplesmente procurar saber se há correlações entre elas. Mas, de um modo geral, a ideia básica é a manipulação e o controle objetivos de variáveis. Para extrair os dados de tais variáveis, o pesquisador em ensino deve estar atento aos instrumentos de medição utilizados.

Testes de conhecimento sob os mais diversos formatos, escalas de atitude, fichas de observação, questionários, são exemplos de instrumentos de medida usados na pesquisa em ensino. Questionários, a propósito, são instrumentos altamente utilizados, mas sua elaboração requer cuidados especiais sob pena de não serem respondidos ou de fornecerem informações distorcidas (MOREIRA e KOFF, 1985, in MOREIRA, 2009, p. 10).

6. INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Através do delineamento escolhido, ficou definido como o instrumento de coleta de dados, um teste que foi aplicado em dois momentos distintos, sendo o primeiro momento caracterizado como observação um (O_1) ou pré-teste e o segundo momento caracterizado como observação dois (O_2) ou pós-teste ambos em apêndice (E).

O teste foi elaborado com questões dissertativas. Ao todo, oito perguntas propostas que englobavam diversos conceitos relacionados ao conteúdo de eletrostática. As perguntas foram elaboradas, com o objetivo de investigar junto aos estudantes, quais as percepções dos alunos sobre diversos conceitos, que fazem parte do conteúdo que envolve a força elétrica.

Sobre as perguntas do teste, a primeira pergunta buscou verificar junto aos estudantes qual a percepção que eles tinham sobre o conceito mais geral de força. Para isso, a questão proposta foi uma questão contextualizada, associando a palavra força inicialmente, a ações comuns, como empurrar, puxar e mover, posteriormente indagando junto aos estudantes qual a compreensão deles sobre o conceito de força no contexto da ciência Física.

A segunda questão buscou verificar junto aos estudantes qual o entendimento que eles tinham sobre o conceito de força elétrica. Esta pergunta foi elaborada utilizando como exemplo uma aplicação da força elétrica, que é a corrente elétrica, exemplificando que a corrente elétrica, no interior do condutor, ocorre porque os elétrons “livres” são empurrados pelo campo produzido por uma diferença de potencial (DDP). Esta questão está relacionada à questão anterior, no contexto de que um resultado do uso de força é movimento, que nesta questão são os movimentos dos elétrons.

Neste contexto buscou investigar junto aos estudantes com base nos conhecimentos que eles tinham uma explicação para a força elétrica.

A questão três, também foi elaborada de maneira contextualizada, utilizando um tipo de força, a força gravitacional e relacionando-a com a força elétrica, exemplificando que a força gravitacional é proporcional a massa dos corpos, sendo observada aí uma dependência direta entre a força gravitacional e a massa, e neste contexto foi indagado aos alunos a responderem o que seria necessário para que força elétrica fosse observada.

A questão quatro foi elaborada sem utilização de um contexto, com o objetivo de verificar qual a compreensão dos estudantes sobre um corpo estar eletricamente neutro.

Esta questão se relaciona com a questão anterior, porque o fato do corpo estar neutro faz com que ele não “sinta” os efeitos da força elétrica.

A quinta questão foi formulada sem utilização de contexto, assim como a questão anterior, e busca investigar junto aos alunos qual a diferença entre um corpo carregado e um corpo neutro. Lembrando que, a questão sobre neutralidade já fora perguntada na questão anterior.

A questão seis foi proposta sem que houvesse uma relação com a questão anterior. Ela tem o objetivo de verificar junto aos estudantes qual o entendimento deles sobre o processo de eletrização.

A penúltima questão foi elaborada de maneira contextualizada, exemplificando que a força elétrica pode ser observada de maneira distinta, a atrativa e a repulsiva. Neste contexto, o estudante é perguntado qual o motivo que faz com que a força elétrica possa ser observada destas duas formas.

Por fim, a questão oito foi formulada, de modo a questionar os alunos sobre a intensidade da força elétrica, resultante da interação entre corpos carregados com quantidades de cargas diferentes, podendo ou não ter o mesmo sinal. Questionando se esta força tem a mesma intensidade em cada um dos corpos ou intensidades diferentes.

Todas as questões propostas procuram investigar junto aos alunos conceitos que envolvam a observação da força, diferenciar o tipo de força, o que provoca a força, assim como a sua intensidade, tendo como os conceitos mais explorados, o conceito de força e o conceito de carga.

É importante frisar, que as questões propostas no pré-teste são iguais aos do pós-teste, pois para fazer uma comparação entre duas observações, a fim de se verificar uma melhora entre duas observações, o instrumento de análise tem que ser o mesmo, assim como o grupo pesquisado. O instrumento que será usado como tratamento X, será o produto desenvolvido neste trabalho.

7. A VALIDADE DA PESQUISA

Sabe-se que existem fatores que podem comprometer a validade da pesquisa, os quais seriam outros fatores que estejam envolvidos com o processo de pesquisa que podem influenciar no resultado, invalidando assim, a hipótese do tratamento X.

Para que os resultados tenham influência do fator “história”, definido por Campbell, como o tempo entre as duas observações. Para Campbell o fator “história”

compreende muitos outros eventos que poderiam ter ocorrido aleatoriamente influenciando nas respostas dos testes e posteriormente invalidando o tratamento como fator significativo na mudança dos resultados.

Para Campbell,

entre O_1 e O_2 muitos outros eventos produtores de mudanças podem ter ocorrido além de X do experimentador. Se o pré-teste (O_1) e o pós-teste (O_2) foram aplicados em dias diferentes, então os eventos intercorrentes podem ter causado a diferença. Para que a hipótese da história plausível tal evento deva ter ocorrido à maioria dos estudantes no grupo estudado, ou seja, em alguma outra aula ou através de uma notícia amplamente divulgada. A história torna-se uma explicação de mudança plausível quanto maior for o lapso de tempo entre O_1 e O_2 . É relevante a variável história a condição de isolamento experimental, que pode ser quase alcançada em muitos laboratórios de ciências físicas ao ponto de tornar este delineamento aceitável em muitas pesquisas. Em pesquisa sobre métodos de ensino quase nunca se pode presumir o um isolamento experimental efetivo desta natureza (CAMPBELL, 1979, p. 15).

Para evitar esta possibilidade, o tempo entre uma observação e outra foi o tempo de um bimestre, sendo que de maneira nenhuma os estudantes participantes souberam que iriam fazer dois testes idênticos, pois se soubessem que teriam duas avaliações idênticas muito provavelmente eles poderiam, por exemplo, decorar as respostas para responder posteriormente.

O fator apontado por Campbell referente à mudança dos processos biológicos denominados de “maturação” não pode ser verificado visto que o tempo entre os testes é pequeno e, portanto, difícil apontar mudanças biológicas nos estudantes que participaram da pesquisa.

Os outros fatores, que seriam os “efeitos de testagem”, que corresponde a uma melhora considerada sempre que os estudantes são submetidos ao teste pela segunda vez, Campbell diz,

em teste de desempenho e inteligência, estudantes submetidos ao teste pela segunda vez ou submetidos a uma forma paralela do teste, etc., conseguem usualmente melhores resultados do que os que se submetem ao teste pela primeira vez. Tais efeitos equivalentes a uma faixa de três a cinco pontos de Q.I., em média, para os sujeitos não habituados ao teste, ocorrem sem qualquer instrução relativa a escores ou itens perdidos no primeiro teste. (CAMPBELL, 1979, p. 17).

Estes fatores tiveram seus efeitos minimizados pela condição de ocultar dos estudantes, os momentos em que eles iriam fazer os testes e também o limite da quantidade de testes aplicados em apenas dois, pois aplicações sucessivas do mesmo

teste, segundo Campbell, podem influenciar na melhora entre as diferenças das observações e assim invalidá-las e com isso, invalidar a hipótese da melhora dos resultados baseados na aplicação do evento X, lembrando que o evento aqui descrito trata-se da aplicação de uma ferramenta desenvolvida como o produto deste trabalho.

8. O PRODUTO

O objeto de aprendizagem (OA), em apêndice (A), desenvolvido e testado, durante esta pesquisa, foi elaborado como um material de apoio alternativo para auxiliar o professor, na apresentação dos conteúdos de eletrostática. Através da utilização deste material, o professor poderá facilitar a compreensão por parte do aluno dos diversos conceitos relacionados à eletrostática.

Por ser um material de apoio alternativo, ele foi elaborado para ser utilizado junto a outros objetos sejam eles, experimentos ou aulas com multimídia, mas também como material de apoio as aulas expositivas tradicionais introdutórias.

Pelos testes realizados este objeto não pode ser utilizado como um material introdutório, visto que ele necessita que os alunos tenham alguns conhecimentos iniciais a fim de compreender o que será observado durante seu uso.

O objeto de aprendizagem (OA) desenvolvido e testado no decorrer deste trabalho é um conjunto de três simulações inspiradas nos exercícios de cálculo de força entre cargas através da fórmula originada a partir da lei de Coulomb. Nestas simulações duas cargas são suspensas por fios e estes fios estão presos na parte superior de um anteparo em azul, à fixação dos fios está representada pela cor vermelha.

A ativação da simulação, bem como a troca de situações são feitas através de botões, sendo: avançar, retornar a anterior e outro para ativar.

As simulações foram desenvolvidas em linguagem Flash, com elementos de Action Script 3.0, através do software de desenvolvimento ADOBE FLASH CS6, pois o Flash pode ser utilizado através de um navegador sem necessidade de um sistema operacional específico. Estas simulações foram desenvolvidas, levando em consideração uma relação de semelhança entre os conceitos trabalhados, de modo a favorecer a diferenciação progressiva e reconciliação integradora dos conceitos, processos que fazem parte do esquema de assimilação da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (1963).

Antes de fazer o uso das simulações foi utilizado um organizador para fazer uma introdução ao conteúdo estudado e posterior aplicação do produto. Durante a aplicação do produto foi utilizado um questionário inspirado na metodologia P.O.E., onde os estudantes deveriam tentar descrever o fenômeno antes de utilizar a simulação e após observação da mesma, fazer a comparação entre sua descrição anterior e o que foi observado após a simulação.

O produto, em seu desenvolvimento, foi dividido em três partes¹⁵, a primeira parte refere-se à construção dos conceitos de corpo neutro e corpo carregado e a interação resultante nas diversas variações da situação de carga ou neutralidade dos objetos envolvidos na simulação. Já a segunda parte, mostra as interações de atração e repulsão, que ocorrem quando os objetos (corpos?) estão carregados com cargas de sinais iguais e diferentes. A terceira parte é similar a segunda, contudo propõe comparar as situações de atração e repulsão entre eles em duas situações: ambos possuem a mesma quantidade de carga e com quantidade de cargas diferentes. Cada uma das situações está planejada para uma aula de 50 minutos.

9.1. O DESENVOLVIMENTO

Muito antes de pensar em fazer o desenvolvimento, foi realizada uma pesquisa em vários repositórios de objetos de aprendizagem, a procura de objetos que pudessem ser utilizados para trabalhar os conceitos necessários. Embora os repositórios estejam recheados de objetos muito bem elaborados e sofisticados tanto do ponto de vista da estética quanto do ponto de vista da interação, eles carecem, por exemplo, de sugestões de aplicação. Durante a procura não foram encontrados objetos que representassem pêndulos eletrostáticos, com possibilidade de alteração do tipo e quantidade de carga e controle do início da observação do fenômeno.

Por falta de disponibilidade de um material que apresentasse estas características, optamos por desenvolvê-lo. Na Figura 3, apresentamos um dos cenários da simulação indicando seus componentes e características. Como são trabalhados alguns fenômenos diferentes e por utilizar diferentes representações de sinais de cargas que provocam efeitos diferentes, se fez necessária a utilização de controles através de botões que nos desse o domínio do início e do fim da animação.

¹⁵ Partes: As partes as quais o texto faz referência são os arquivos que o objeto está dividido, onde cada arquivo compreende uma parte do objeto.

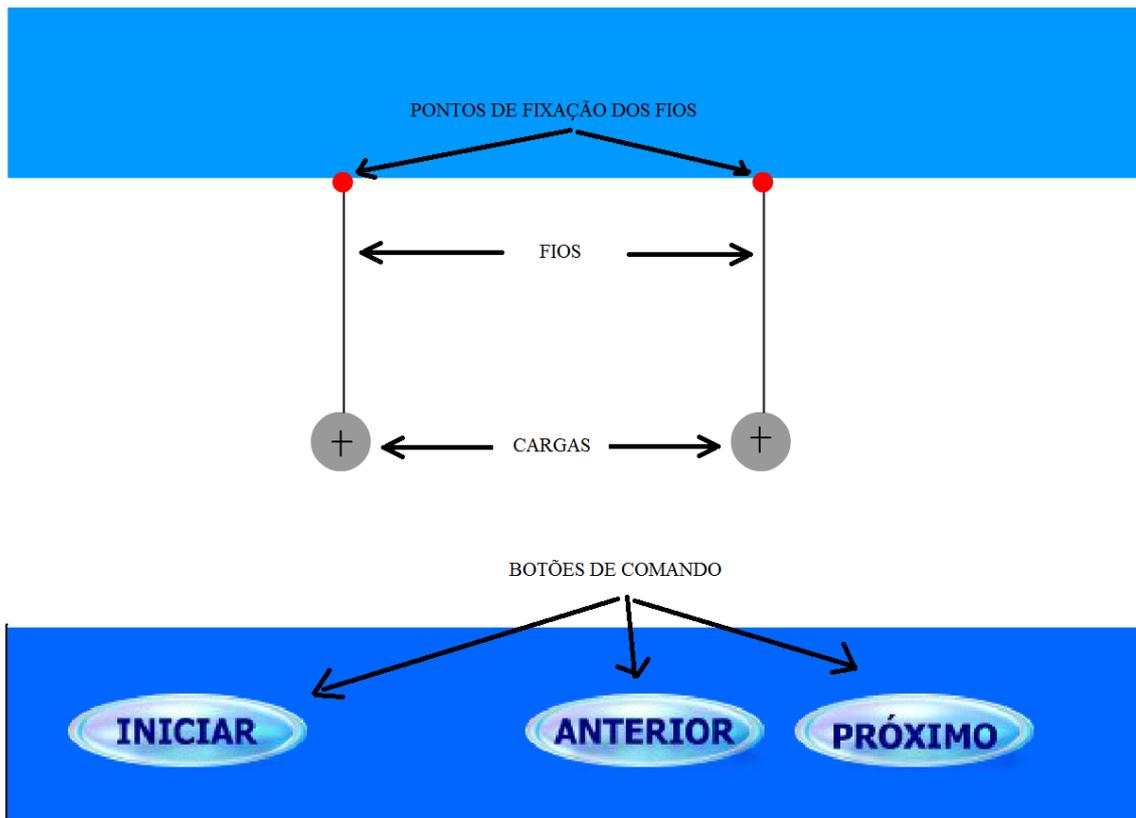


FIG. 3 – IDENTIFICANDO OS COMPONENTES.

Cada simulação é controlada por botões, que por sua vez possuem funções específicas. O botão “iniciar” executa o fenômeno a ser observado. Por exemplo, no caso da força atrativa os pêndulos irão se aproximar e no caso da força repulsiva se afastarão. Lembrando que, o efeito do movimento só poderá ser observado nos cenários¹⁶ onde ambos os pêndulos estiverem eletricamente carregados. Nas outras situações não ocorrerá movimento. A Figura 4, mostra duas imagens da simulação, antes (a) e depois (b) de executar o botão iniciar.

¹⁶Cenário: É a tela onde está sendo apresentada a simulação, cada arquivo tem três cenários, onde as situações se diferenciam progressivamente, dentro de uma relação conceitual.

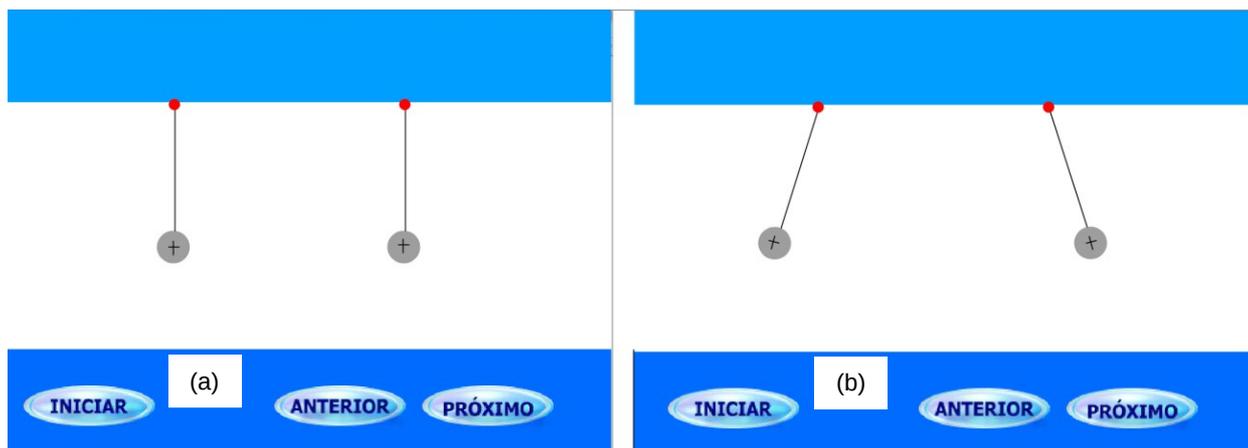


Fig. 4 - Pêndulos carregados positivamente

A utilização de um botão para iniciar é importante, pois é uma forma de controle da atividade, caso clique novamente no iniciar a simulação recomeça do início novamente. Os outros botões, “próximo” e “anterior”, têm a função de substituir o cenário.

Dentro da sequência do desenvolvimento, cada cenário foi pensado para trabalhar uma determinada relação entre conceitos e, o uso dos botões dinamiza o processo de trabalho, não sendo necessário fechar e abrir outros arquivos durante a aplicação. O botão “próximo” avança o cenário para uma situação posterior enquanto o botão “anterior” faz com que a simulação retorne ao cenário anterior, podendo ser visto e revistos várias vezes.

9. LOCAL DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada durante o terceiro bimestre do ano letivo de 2012 na Escola Estadual da Polícia Militar “Tiradentes”, em Cuiabá MT. A instituição conta com um total de doze salas de aula distribuídas de maneira igual para cada série do ensino médio, sendo quatro salas para os primeiros anos, quatro salas para os segundos anos e quatro salas para os terceiros anos.

O conteúdo escolhido foi à eletrostática que faz parte do conteúdo curricular do terceiro ano do ensino médio. Eu, enquanto pesquisador, substitui o professor que estava em sala sendo o responsável pela elaboração e aplicação das aulas.

A quantidade total de aulas da disciplina de Física na Escola “Tiradentes” é 40 horas no ano letivo, distribuídas em 10 aulas por bimestre totalizando uma aula por semana.

As aulas foram realizadas em sala de aula e no laboratório de informática, onde a sala de aula foi utilizada para fazer as avaliações e as aulas de introdução, enquanto o laboratório de informática foi utilizado para as aulas de simulação e no momento da pesquisa contava com 13 computadores instalados com sistema operacional Linux e os estudantes foram arranjados de forma a operar cada computador com 2 ou 3 alunos juntos.

10. OS SUJEITOS DA PESQUISA

Devido ao conteúdo escolhido pertencer à grade curricular do terceiro ano do Ensino Médio e, na escola onde foi aplicada a pesquisa, possuir quatro turmas de terceiro ano, sendo elas turma A, turma B, turma C e turma D, foram escolhidas duas turmas para testar a ferramenta, a turma do terceiro Ano A e a turma do terceiro Ano C, ambas com 37 alunos que em sua maioria reside em Cuiabá na região do CPA, onde a escola se localiza. Sua faixa etária varia de 16 o mais novo até 20 anos o mais velho e sua maioria se concentra entre 17 e 18 anos.

Tendo como um dos objetivos da pesquisa promover a aprendizagem, as atividades foram realizadas durante o terceiro bimestre letivo de 2012, obedecendo ao calendário das aulas e a carga horária. Assim, os conteúdos trabalhados na ferramenta estavam inseridos nos conteúdos letivo das turmas. Dessa maneira, a pesquisa com a ferramenta de ensino foi executada em uma situação normal de aula. Isso foi feito para verificar como a ferramenta contribui para o aprendizado em meio ao processo de ensino.

11. PLANEJAMENTO GERAL DAS ATIVIDADES

O planejamento da pesquisa foi preparado para 7 aulas (ver apêndice C), sendo 10 aulas o total disponível. Assim, o planejamento foi feito para disponibilizar uma margem de tempo, caso ocorresse algum tipo de situação que impossibilitasse o andamento das aulas e a consequência da pesquisa.

As situações já previstas eram as semanas de avaliações e recuperação, contempladas no calendário da SEDUC (Secretaria de Estado de Educação), mas poderiam ocorrer problemas como falta de luz, paralisações, greves entre outros que poderiam fazer com que no dia em questão não houvesse aula.

O conteúdo escolhido foi a eletrostática, e a ferramenta elaborada para trabalhar os conceitos de eletrostática de uma forma mais dinâmica e experimental, foi desenvolvida para abordar tais conceitos de maneira a diferenciá-los, através da evidência experimental e nos momentos de discussão também. Esta diferenciação se baseia no processo de diferenciação progressiva e reconciliação integradora proposta pela teoria de Ausubel, sendo uma das propostas para a reconciliação o uso de organizadores, como materiais introdutórios.

ATIVIDADES	DATA
AULA 1 – PRÉ TESTE	06/08
AULA 2 – SALA DE AULA	13/08
AULA 3 – SALA DE AULA	20/08
AULA 4 – APLICAÇÃO DA FERRAMENTA	27/08
AULA 5 – APLICAÇÃO DA FERRAMENTA	03/09
AULA 6 – APLICAÇÃO DA FERRAMENTA	10/09
AULA 7 – PÓS TESTE	24/09

Tab. 1: cronograma de atividades

Das dez aulas previstas, duas foram usadas para aplicar o pré-teste e o pós-teste, conforme Tabela 1.

O pré-teste foi aplicado no início do bimestre, no primeiro dia de aula. Foi um teste individual com oito perguntas dissertativas com o objetivo de fazer o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos. O pré-teste também foi útil como critério de comparação com o pós-teste para verificar a reconstrução conceitual que os alunos, participantes da pesquisa atingiriam.

O pós-teste foi realizado no final do bimestre, após a semana de provas, com as mesmas perguntas do teste anterior. Cabe aqui ressaltar, que os alunos não sabiam que fariam outro teste no final, pois caso os alunos soubessem, poderiam se preparar para fazê-lo e assim invalidar o resultado do mesmo.

Os resultados iniciais do pré-teste mostraram que os alunos em geral não tinham um conhecimento prévio que pudessem fomentar o uso da ferramenta e também as discussões durante essas aulas de laboratório.

Para tanto, foi elaborado um material organizador, em apêndice (B), sob a forma de slides animados, para trabalhar os conceitos de eletrostática de uma maneira geral, iniciando com os conceitos mais gerais de força, das quais a força elétrica faz parte, e diferenciando progressivamente para os outros tipos e fazendo a relação com a força gravitacional, através de suas semelhanças e diferenças.

Esta primeira abordagem macroscópica é ampliada para a abordagem microscópica onde é mais evidente o conceito de carga para auxiliar no entendimento da diferença entre os conceitos de corpo carregado e corpo neutro, processos de eletrização tipos de carga e outros conceitos adjacentes que são mais bem explicados mais adiante neste trabalho.

Após a abordagem microscópica, a referida retorna a macro, tratando novamente a relação de força entre os corpos carregados. Além da atração e repulsão é feita uma leitura destes fenômenos sobre a ótica das leis de Newton.

As aulas foram elaboradas para ter um momento de reflexão e debate entre cada situação que é observada nos slides, tendo o professor o papel de dirigir as discussões.

No início da segunda aula elaborada com os slides é feita uma breve releitura com os alunos sobre os pontos mais interessantes da aula anterior.

Após as aulas com o organizador é utilizada a ferramenta. Para a sua utilização foi preparado um roteiro, em apêndice (D), com uma sequência de atividades e serem realizadas, inspirado na metodologia P.O.E. (predizer – observar – descrever), onde os estudantes escrevem o que eles acreditam que ocorrerá antes de efetuar a observação da ferramenta, fazem a observação e depois escrevem o que eles observaram.

As perguntas do roteiro seguiam o mesmo enunciado, primeiramente o estudante tinha que responder através dos seus conhecimentos, e diante da situação que ele estava observando, o que ele acreditava que iria ocorrer quando a simulação fosse iniciada. Após responder esta pergunta a simulação era iniciada e a observação feita.

Posterior a observação, ele teria que responder a próxima pergunta a respeito da observação realizada, ou seja, o que havia observado e o porquê de tal explicação. Tal método atende a metodologia P.O.E. (Predizer – Observar – Explicar).

Esta estratégia é constituída de três etapas: o PREDIZER, onde os alunos, divididos em grupos ou individualmente, discutindo o problema proposto e, através da troca de experiências, predizem o resultado esperado. A seguir os alunos vão OBSERVAR o que ocorrerá durante a realização do experimento e por fim, tentam EXPLICAR os resultados obtidos, comprovando ou não o que foi predito no início (OLIVEIRA, 2003).

Após isso, a simulação é interrompida para um momento de reflexão onde os alunos discutem junto ao professor sobre a observação, a fim de esclarecer sobre dúvidas e eventuais contradições que possam ocorrer durante o processo de observação.

Nestas discussões são retomadas pelo professor algumas observações feitas durante as aulas com os slides de modo a facilitar o processo de assimilação do conceito que está sendo trabalhado. Vale ressaltar, que o roteiro foi utilizado apenas como uma orientação para executar as atividades e, portanto não foi elaborado e nem utilizado como um instrumento de coleta de dados, pois o objetivo desta pesquisa é analisar a reconstrução conceitual através da análise das respostas obtidas nos testes.

12. ANÁLISE DOS RESULTADOS

No período em que foram realizadas as pesquisas em outros trabalhos, sendo eles artigos, dissertações e teses, dos quais alguns foram selecionados para compor o corpo deste trabalho, foram observados alguns pontos em comum, os quais serviram de base para a elaboração deste, tendo como diferencial, uma proposta de análise dos conceitos.

O primeiro ponto relevante dos trabalhos pesquisados está ligado à importância do conhecimento prévio. É importante lembrar, que a teoria de aprendizagem significativa de Ausubel tem como um de seus pilares o conhecimento prévio.

É importante destacar ainda, que os conceitos preexistentes aqui citados por Ausubel, são também chamados de subsunçores, que seriam as ideias mais específicas ligadas a cadeia de significados que compõe a estrutura cognitiva. Assim como Ausubel, Moreira também destaca a importância do conhecimento prévio, como pré-requisito para que ocorra a aprendizagem significativa crítica.

Para exemplificar a importância do conhecimento prévio, Resende (2002) buscou investigar as contribuições do uso de simulações, junto aos estudantes de ensino médio, sobre as representações gráficas do conteúdo de cinemática. O estudo indicou que tanto as inferências perceptivas quanto as cognitivas que os alunos fazem dos diagramas estáticos ou animações de fenômenos físicos dependem do conhecimento prévio sobre o conteúdo e estão relacionadas entre si (RESENDE et al., 2002).

Outro ponto está associado à melhora dos resultados das avaliações dos alunos que utilizaram objetos de aprendizagem durante a pesquisa realizada, quando comparada com as turmas de controle.

Em seu estudo sobre a compreensão de conceitos termodinâmicos através de um objeto de aprendizagem denominado termofísica, Guerra (2002) aponta que, a análise dos resultados mostra que o grupo experimental (utilizou o objeto), teve uma média

superior a 6,0 (seis), que é a média da escola, enquanto que o grupo de controle obteve uma média inferior à média da escola.

Uma justificativa para a melhora dos resultados, está na motivação que os alunos têm em utilizar os objetos, um exemplo disso está no trabalho de Rebello e Ramos (2004), que utilizaram maquetes como ferramenta para aprendizado de circuitos elétricos e relatam que os alunos entrevistados mostram entusiasmo e motivação com seu envolvimento na atividade e mencionam a sua aplicabilidade no cotidiano.

Através destas observações, é possível concluir que um objeto de aprendizagem promove uma melhora no desempenho, tendo como um de seus componentes significativos à motivação, mas para promover a aprendizagem com a utilização de qualquer metodologia é importante investigar o conhecimento prévio.

Sobre a análise dos resultados, os artigos consultados, em geral, utilizaram métodos de análise geralmente baseados em estatísticas e médias, sendo que alguns trabalhos além do tratamento estatístico utilizaram de critérios para classificar as respostas. Como exemplo, no trabalho em que são utilizadas as simulações para o ensino de eletricidade, Macedo e Dickman usaram um critério para classificar as respostas dadas pelos alunos. As respostas colhidas foram divididas em quatro categorias¹⁷: correta, parcialmente correta, incorreta e não respondeu. Na categoria correta, foi levada em consideração a coerência da justificativa com conceitos cientificamente aceitos. Na categoria parcialmente correta, foram consideradas respostas que contêm conceitos cientificamente aceitos, porém justificativas incompletas para o fenômeno em questão. Na categoria incorreta, foram consideradas as respostas incoerentes com o contexto. Na categoria não respondeu, enquadram-se as perguntas deixadas em branco.

Através da revisão bibliográfica, que compreende a consulta de diversos trabalhos referentes ao uso de objetos de aprendizagem (OA), foram observados em seus resultados pontos convergentes, que auxiliaram na elaboração deste trabalho, inclusive na elaboração de uma das propostas de análise.

Por meio dos resultados apresentados nos trabalhos consultados, é possível observar que o uso de um objeto de aprendizagem quando comparado a metodologia tradicional, favorece o aprendizado dos alunos, tanto no ponto de vista dos resultados quanto em outros aspectos como a motivação. Mas, esta consulta também revela que

¹⁷ Estas categorias foram a base dos critérios de análise dos resultados neste trabalho.

para promover a aprendizagem com a utilização de qualquer metodologia é importante investigar o conhecimento prévio.

12.1. CRITÉRIOS DE ANÁLISE

Para este trabalho, foram criadas também categorias para agrupar as respostas de forma a fazer uma apresentação geral dos resultados, contribuindo para uma análise quantitativa, denominada aqui de análise geral. Mas, como apenas este critério não é suficiente para verificar em que situações a ferramenta é eficiente ou não, uma análise mais específica em cada questão do teste proposto foi efetuada, para verificar em que situações, a ferramenta não demonstra ser eficiente, ou seja, quais são seus limites de seu uso.

A análise geral teve seus critérios inspirados no trabalho de Macedo e Dickman, com a diferença de que no lugar do critério “não respondeu” foi utilizada a expressão “em branco”. Para análise geral os critérios são:

- 1 – RESPOSTA EM BRANCO (EB) – As questões sem resposta, ou seja, sem que o aluno formalizasse uma resposta.
- 2 – RESPOSTA INCORRETA (INC) – As questões respondidas através de senso comum ou utilizando conhecimento científico que não apresente uma conexão aparente com a questão proposta ou sem sentido com a resposta predeterminada no gabarito.
- 3 – RESPOSTA PARCIALMENTE CORRETA (PC) – As questões respondidas utilizando o misto de senso comum e conhecimento científico que se relaciona com a resposta dada no gabarito, mesmo não estando totalmente correta.
- 4 – RESPOSTA CORRETA (C) – As questões respondidas utilizando o conhecimento científico que se relaciona muito com a resposta dada no gabarito.

Como já fora dito, a análise geral sozinha não é suficiente para verificar em que situações o produto educacional é eficiente e em que situações são necessárias a utilização de outras práticas. Para tanto, foi feita uma análise individual de cada questão para verificar como os conceitos apresentados foram assimilados, ou não, pelos alunos, para concluir o objetivo de verificar as contribuições do produto para o aprendizado dos alunos.

Esta análise está baseada na teoria de assimilação de Ausubel, na qual uma nova informação se relaciona com aspectos relevantes da estrutura cognitiva modificando-a. Com isso, segundo Ausubel ocorre a aprendizagem significativa.

Para verificar se ocorre esta aprendizagem, serão comparadas as respostas dos testes antes da aplicação da material instrucional, ou pré-teste, com as respostas dos testes após a aplicação do material, ou pós-teste.

O material instrucional que compreende o organizador e o produto será considerado significativo se os resultados obtidos pelos estudantes no pós-teste forem melhores do que os resultados obtidos no pré-teste. Melhores no sentido de que em cada questão proposta, as respostas sejam mais elaboradas se possível com relações entre elas e o produto.

Devido à diversidade de participantes da amostra, e baseando nos princípios da consciência semântica e do aprendiz preceptor/representador, foi considerada que, para a análise das respostas propostas, uma resposta nunca será totalmente igual a outra, principalmente na escrita, pois através destes princípios os alunos podem utilizar de palavras ou expressões diversas para elaborar uma resposta a partir de sua visão pessoal do mundo que o rodeia.

Para efetuar a análise das respostas será utilizada a ideia de conceitos similares, ou similaridades, que seriam agrupar as respostas por quantidade considerando não seus conteúdos necessariamente, mas seus significados dentro de um contexto, que no caso é o contexto da questão proposta.

12.2. ANÁLISE GERAL

A análise geral tem o objetivo de verificar os resultados dos testes aplicados utilizando os valores absolutos comparados com as suas respectivas médias, das respostas em branco (EB), incorretas (INC), parcialmente corretas (PC) e corretas (C) a fim de contribuir ou reforçar os resultados já observados na análise conceitual de cada questão.

A análise compara os resultados do pré-teste (O_1), com os resultados do pós-teste (O_2), verificando onde ocorreram melhoras. Estas melhoras estão baseadas no aumento da frequência de respostas consideradas parcialmente corretas (PC) e corretas (C), conseqüentemente a partir da redução da frequência das respostas em branco (EB) e incorretas (INC).

Todos os resultados foram agrupados em tabelas que indicam as frequências de respostas em cada questão além de sua média. A Tabela 2 abaixo representa as

quantidades de respostas classificadas em cada categoria, das oito questões propostas no pré-teste (O_1).

Categorias	Questões								Média
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	
EB	6	17	22	9	10	38	21	21	18
INC	44	41	36	42	46	23	36	38	38
PC	11	3	2	9	5	0	1	2	4
C	0	0	1	1	0	0	3	0	1
Respondentes	61	61	61	61	61	61	61	61	61

Tab. 2- Frequências de respostas do pré-teste (O_1) – 06/08/2012 – fonte: Alexandre da Silva

A primeira observação (O_1), ou seja, o pré-teste foi realizado com o objetivo de observar os conhecimentos prévios dos alunos e também ser o parâmetro de comparação da pesquisa dentro do delineamento escolhido. É importante lembrar, que a teoria de aprendizagem significativa de Ausubel tem como um de seus pilares o conhecimento prévio. Segundo Ausubel,

A essência do processo de aprendizagem significativa é que as ideias expressas simbolicamente sejam relacionadas às informações previamente adquiridas pelos alunos de uma maneira não arbitrária, onde o aluno manifeste uma intenção de fazer esta relação entre os novos conceitos e os conceitos preexistentes e que o material utilizado seja potencialmente significativo (Ausubel, 1980, p. 35).

Em sua teoria de aprendizagem, Moreira também destaca a importância do conhecimento prévio,

para ser crítico de algum conhecimento, de algum conceito, de algum enunciado, primeiramente o sujeito tem que aprendê-lo significativamente e, para isso, seu conhecimento prévio é, isoladamente, a variável mais importante (Moreira, 2005, p. 19).

Através dos critérios utilizados para análise dos dados obtidos na primeira observação (O_1), os resultados mostram que, de uma maneira geral, os alunos não demonstram ter em sua estrutura cognitiva, os subsunçores (conceitos subordinadores), necessários para relacionar os novos conceitos que seriam apresentados durante as aulas e também durante a aplicação da ferramenta. Esta afirmação baseia-se na média da quantidade de respostas em branco (EB - 18) e também na média das respostas incorretas (INC - 38), onde suas quantidades podem ser observadas na Tabela 2.

Fazendo uma comparação das médias das respostas em branco (EB- 18) e respostas incorretas (INC – 38), com as médias das respostas parcialmente corretas (PC – 4) e corretas (C – 1), a diferença entre os valores das médias mostra, de maneira geral,

que os alunos não possuem um domínio conceitual do conteúdo, diante das perguntas propostas no pré-teste.

Vale lembrar, que dentro do critério utilizado, as respostas em branco (EB), assim como as incorretas (INC), significam a possibilidade da não existência de conceitos subsunçores, formados na estrutura cognitiva que possam se relacionar com estas informações.

Estes resultados reforçaram a ideia de preparar um material introdutório, um organizador, apêndice (B), segundo Ausubel, antes de aplicar a ferramenta.

Ausubel argumenta, que o uso de organizadores mobiliza todos os conceitos relevantes disponíveis na estrutura cognitiva, fazendo com que atuem como subsunçores em relação ao novo material, que no caso seria a ferramenta.

Esta manobra efetua uma grande economia no esforço de aprendizagem, evita o isolamento de conceitos essencialmente similares em compartimentos separados, incomunicáveis, e desencoraja a proliferação de termos múltiplos para apresentar ideias ostensivamente diferentes, mas essencialmente equivalentes (AUSUBEL, 1980, p.139).

Após a aplicação do produto educacional, foi realizada a observação dois (O₂), feita através da aplicação de um pós-teste. Este teste foi aplicado com as mesmas perguntas do primeiro teste. A Tabela 3, abaixo, é uma representação dos resultados obtidos pelos alunos no pós-teste.

									Média
Categorias	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	
EB	5	14	18	2	2	26	4	10	10
INC	34	37	28	22	29	23	24	44	29
PC	16	6	8	24	22	7	18	3	12
C	2	0	3	9	4	1	11	0	4
Respondentes	57	57	57	57	57	57	57	57	57

Tab. 3 – Frequências de respostas do pós-teste(O₂) – 17/09/2012.– fonte: Alexandre da Silva

Fazendo uma análise das médias das oito questões, é verificado que ocorreu uma diminuição dos valores nas categorias *em branco*, que no pré-teste, a média inicialmente era de 18 respostas por questão, passou a ser de 10 respostas por questão no pós-teste. Já para as respostas *incorretas*, a média que era inicialmente de 38 respostas por questão, passou a ser de 29 respostas por questão no pós-teste.

Em contrapartida as médias de respostas *parcialmente correta*, que para o pré-teste foi de 4, no pós-teste a média aumentou para 12 respostas por questão, triplicando o valor inicial obtido no pré-teste. As respostas consideradas *corretas*, que no pré-teste obteve a média de 1 resposta por questão, no pós-teste a média aumentou para quatro respostas por questão quadruplicando o valor obtido no pré-teste.

Em termos de aprendizado é interessante fazer uma observação mais elaborada sobre as respostas consideradas *parcialmente corretas* e as *corretas*, que no pré-teste tiveram um resultado discreto quando comparado com os resultados das respostas *incorretas* e *em branco*.

Na Tabela 3 podemos observar que nas questões quatro (Q4), cinco (Q5) e sete (Q7) os resultados das categorias *parcialmente corretas* e *corretas*, tiveram resultados acima da média, sendo os valores das respostas *parcialmente corretas*, 24 respostas do pós-teste contra 9 do pré-teste na questão quatro (Q4), 22 respostas do pós-teste contra 5 no pré-teste na questão cinco (Q5) e 18 respostas no pós-teste contra 1 resposta no pré-teste na questão sete (Q7).

Na categoria de respostas consideradas *corretas*, tiveram os resultados na média ou acima da média para estas mesmas questões sendo, 9 respostas no pós-teste contra 1 resposta no pré-teste na questão quatro (Q4), 4 respostas no pós-teste contra zero respostas no pré-teste na questão cinco (Q5) e 11 respostas no pós-teste contra 3 respostas no pré-teste na questão sete (Q7).

A questão um (Q1), teve uma melhora na quantidade de respostas *parcialmente corretas*, sendo 11 respostas no pré-teste para 16 respostas no pós-teste, em ambos os testes os resultados estão acima das médias, mas a diferença entre estes valores é menor quando comparados com as questões quatro (Q4), cinco (Q5) e sete (Q7).

A questão quatro (Q4), questiona qual a compreensão do aluno sobre a afirmação do corpo estar eletricamente neutro. A questão cinco (Q5), questiona qual a compreensão do aluno sobre a diferença entre o corpo eletricamente neutro e o corpo eletricamente carregado. A questão sete (Q7), questiona qual o compreensão do aluno sobre o que provoca a diferença entre a força elétrica ser atrativa ou repulsiva.

Essas questões têm em comum o fato de explorar diretamente conceitos que são trabalhados de uma maneira concreta na ferramenta de ensino, pois as simulações trabalham situações que são abordadas as questões de neutralidade e carga dos pêndulos e as forças atrativas e repulsivas. Mesmo assim, os conceitos que abordam as outras questões foram trabalhados de maneira adjacente, durante as discussões/reflexões

realizadas tanto nas simulações da ferramenta, apêndice (A), como no material organizador, apêndice (B).

12.3. ANÁLISE INDIVIDUAL

De acordo com os resultados obtidos na análise geral, foi observada uma melhora nos resultados, principalmente nas questões quatro (Q4), cinco (Q5) e sete (Q7). Embora seja desejável sugerir que estes resultados foram motivados pela utilização da ferramenta, ou seja, que a utilização da ferramenta testada favoreceu a aprendizagem dos alunos que participaram da pesquisa, ainda não é possível fazer esta relação.

Para verificar a aprendizagem dos alunos, serão analisadas as construções conceituais dos alunos através das suas respostas propostas. Para realizar esta análise, foi efetuada uma interpretação das teorias da aprendizagem significativa de Ausubel, e dos princípios facilitadores da Aprendizagem Significativa Crítica de Marco A. Moreira. A teoria de Ausubel tem como foco os processos cognitivos que desencadeiam o processo de aprendizagem, enquanto os princípios facilitadores de Moreira têm um aspecto mais voltado para a prática pedagógica. Em sua teoria de aprendizagem, Ausubel coloca como conceito central que a aprendizagem significativa é:

um processo através do qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante já existente na estrutura cognitiva do indivíduo. Este processo envolve a interação de uma nova informação com uma informação já existente na estrutura de conhecimento do indivíduo (AUSUBEL 1980, p.35).

O processo que desencadeia a aprendizagem é chamado por Ausubel de assimilação, e para explicar este processo Ausubel usa o seguinte exemplo:

Quando uma nova ideia **a** é aprendida significativamente e relacionada a ideia relevante **A**, tanto as ideias são modificadas como **a** é assimilada pela ideia estabelecida **A**. **A** e a nova ideia **a** sofrem modificações formando o produto da interação **A'a'** (AUSUBEL, 1980, p.104).

Para Ausubel esta nova informação ou ideia, nada mais é do que o significado daquilo que se pretende aprender. Estes significados são representados por conceitos. Para Ausubel, os conceitos são definidos como objetos, eventos, situações ou propriedades que possuem atributos essenciais comuns e são designados em uma dada cultura por alguns signos ou símbolos aceitos (AUSUBEL, 1980, p. 100).

Contribuindo com as ideias de Ausubel, Moreira propõe em sua teoria de aprendizagem, mais precisamente do princípio do aprendiz como receptor/preceptor, que o aluno não compreende o mundo conforme o mundo é apresentado, mas sim

conforme o aluno o percebe. Isso significa que cada aluno terá a sua representação do mundo baseado em sua experiência pessoal, sendo que Moreira (2005) chama esta experiência pessoal de percepção prévia.

Outra contribuição para análise de conceitos que Moreira proporciona, está no princípio da consciência semântica, onde Moreira enfatiza que o significado não está nas palavras ou em seus signos (Ausubel), mas sim nas pessoas que usam os signos para representar os significados, sendo que as pessoas não podem dar as palavras significados que estejam além da sua compreensão.

Neste contexto, utilizando as contribuições de Ausubel e Moreira, as respostas dadas pelos alunos as questões propostas nos testes, foram classificadas de acordo com seu significado, buscando encontrar o conceito chave na resposta proposta, sendo este conceito que direciona o significado da resposta.

Como cada aluno tem uma visão pessoal do mundo, a forma que ele irá representá-lo, será também diferente, e neste contexto a importância por organizar as respostas por significados é relevante, fazendo uma releitura do que Moreira diz em relação às pessoas não poder dar significado às palavras que estejam além da sua compreensão.

Um aluno não pode efetuar uma resposta sobre algo que ele não conhece, por não ter um conhecimento prévio. Dessa forma, é esperado que nesta situação o aluno, deixe a questão sem resposta, ou seja, em branco, mas nada impede que o aluno responda qualquer coisa só para não deixar em branco.

Baseada nas duas teorias de aprendizagem aqui utilizadas, a análise de conceito foi efetuada da seguinte maneira: todas as respostas dadas, tanto no pré-teste quanto no pós-teste foram classificadas de acordo com a sua similaridade, ou seja, organizar as respostas a partir das percepções dos alunos diante da pergunta proposta.

Levando em consideração que a percepção da realidade dos alunos é única, varia de indivíduo para indivíduo de acordo com sua idiossincrasia, portanto, conforme sua experiência pessoal.

Nesta análise as respostas às perguntas propostas serão organizadas em torno de significados similares tanto para o pré-teste quanto o pós-teste, fazendo uma comparação entre eles e verificando que significados foram captados pelos alunos a partir de sua estrutura prévia de conhecimentos. Estes resultados são considerados similares quando dentro do contexto da pergunta fizerem referência ao mesmo significado independente da forma de representação utilizada.

As respostas que mesmo escritas com palavras diferentes tenham o mesmo significado serão consideradas aqui similares. Isso foi realizado para cada questão, tendo seus resultados tanto do pré-teste quanto do pós-teste classificados e agrupados na mesma tabela indicando o significado da resposta e também a frequência de respostas com aquele significado.

Após este agrupamento, verifica-se se ocorreu a reconstrução conceitual, observando tanto a mudança na resposta da questão quanto também na frequência, considerando que o aprendizado ocorreu nas situações onde foi observado um aumento nas respostas que se aproximam da resposta esperada. Para exemplificar o tipo de resposta, serão acrescentadas aquelas dadas pelos alunos.

Para a diferenciação das questões propostas, foi adotada a representação da letra “Q” acompanhada de um numeral para diferenciar cada uma das questões e os resultados foram depois transferidos para uma tabela.

12.3.1. QUESTÃO UM (Q_1)

A questão um (Q_1), teve como objetivo investigar o conhecimento dos alunos acerca do conceito de força. Era esperado que as respostas relacionassem o conceito de força com a alteração do estado de movimento e/ou mudança da forma do objeto por pressão ou colisão. No pré-teste (O_1), a questão foi utilizada para investigar os conhecimentos prévios dos alunos acerca do conceito de força.

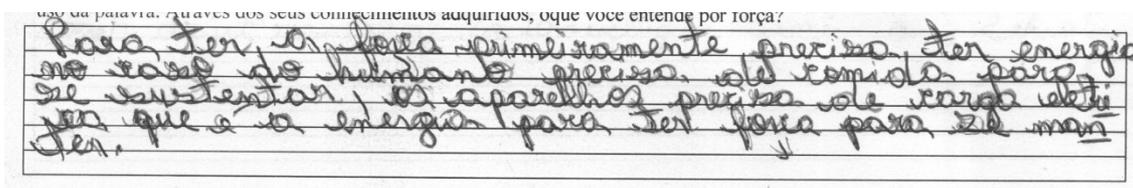
No pós-teste (O_2), a questão teve o objetivo de verificar se as respostas indicavam uma reconstrução conceitual e se possível verificar se a ferramenta poderia ter contribuído de alguma maneira, mediante a análise das respostas.

As respostas foram organizadas e agrupadas sob a forma de tabela, as similaridades do pré-teste (O_1) e o pós-teste (O_2) assim como suas frequências (Freq.), conforme apresenta a Tabela 4. A fim de facilitar as comparações e análises, foram alinhadas as similaridades, consideradas semelhantes entre o pós-teste e o pré-teste.

PRÉ-TESTE (O ₁)		PÓS-TESTE (O ₂)	
Similaridades	Freq.	Similaridades	Freq.
1. Força relacionada com energia.	6	1. Força relacionada com impulsão	1
2. Força relacionada com pressão.	5	2. Força relacionada com pressão	3
3. Força relacionada com ação.	7	3. Força relacionada com atrito	2
4. Força relacionada com movimento.	6	4. Força como ação que provoca mudança no estado de movimento ou forma.	15
5. Força relacionada com reação.	1	5. Força como ação de atrair ou repelir.	8
6. Respostas fora do contexto.	29	6. Respostas fora do contexto	22

Tab. 4: Frequência de respostas Q₁.- fonte: Alexandre da Silva

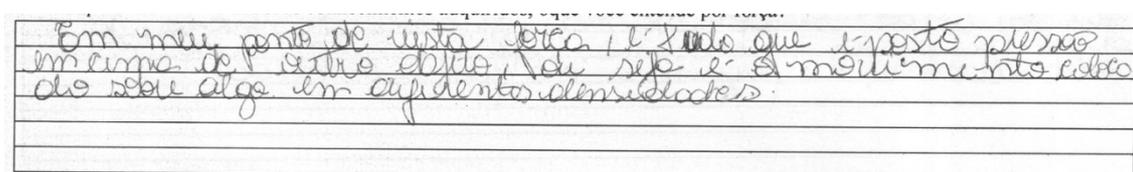
Para facilitar comparações, cada categoria de resposta será representada por uma resposta dada pelos alunos. O primeiro exemplo será o de força que se relaciona com energia, esta categoria apresentou seis respostas. O aluno T.S.C., por exemplo, respondeu da seguinte maneira:



“Para ter a força primeiramente precisa, ter energia no caso do humano precisa de comida para se sustentar, os aparelhos precisam de carga elétrica que é a energia para ter força para se manter.”(sic)

Fig. 5 – Resposta do aluno T.S.C. para questão um (Q₁)

Nas respostas que relacionam força com pressão, podemos observar a resposta do aluno E.M.



“Em meu ponto de vista força é tudo que é posto pressão em cima de outro objeto, ou seja é o movimento colocado sobre algo em diferentes densidades.”(sic)

Fig. 6 – Resposta do aluno E.M. para questão um (Q₁)

Esta categoria apresentou cinco respostas similares, e fazendo uma análise inicial sobre estas duas primeiras categorias de respostas, é possível observar que os alunos não dominam o conhecimento científico e se sustentam em respostas baseadas no senso comum.

No exemplo de força relacionada com energia, o aluno coloca que é necessária a energia para ter força, sugerindo que a energia vem dos alimentos.

Já no exemplo da força que relaciona com pressão, o aluno sugere que força é o peso que um corpo exerce sobre o outro.

Tanto no exemplo de força relacionada com energia, já citado anteriormente, quanto neste de pressão, a falta do conhecimento científico, ou seja, dos subsunçores, obriga o cognitivo do aluno a utilizar sua percepção, para explicar algo que ele até parece entender, mas de uma maneira muito pessoal, conforme Moreira expõe em seu princípio facilitador do aprendiz como preceptor / representador.

A outra categoria de resposta similar observada foi de força relacionada com ação, que o aluno D.C.A descreve a força como uma ação de atração:

força é uma ação que opõe seu oposto. ex: a terra tem uma força sobre a lua e isso faz com que a lua se atrai a terra.

“força é uma ação que opõe seu oposto. ex: a terra tem uma força sobre a lua e isso faz com que a lua se atrai a terra.”(sic)

Fig. 7 – Resposta do aluno D.C.A. para questão um (Q₁)

Nesta categoria, foram observadas sete respostas similares. Na categoria de força como mudança do estado de movimento, que obteve seis respostas, o aluno R.M.S. respondeu da seguinte maneira:

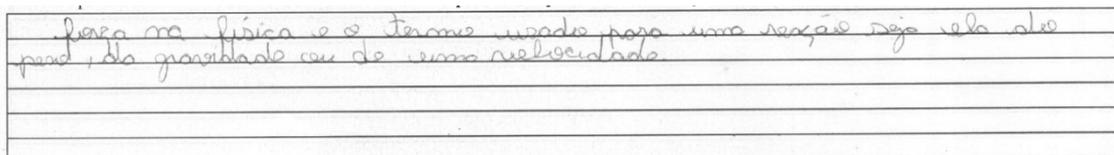
É quando um objeto sai do seu estado de repouso
ex: você empurra uma caixa de giz

“É quando um objeto sai do seu estado de repouso Ex: você empurra uma caixa de giz.”(sic)

Fig. 8 – Resposta do aluno R.M.S. para questão um (Q₁)

Fazendo uma comparação entre estas duas categorias que relacionam força com ação e também mudança do estado de movimento, é observado que os alunos já utilizam termos científicos, demonstrando um pouco mais de domínio sobre o fenômeno. Nestes dois casos é possível considerar que os alunos já possuem um subsunçor que relacione a cadeia de significados dos assuntos relativos ao conceito de força.

Uma categoria que teve uma única resposta foi a categoria de força relacionada com reação, onde o aluno M.E. formulou a seguinte resposta:



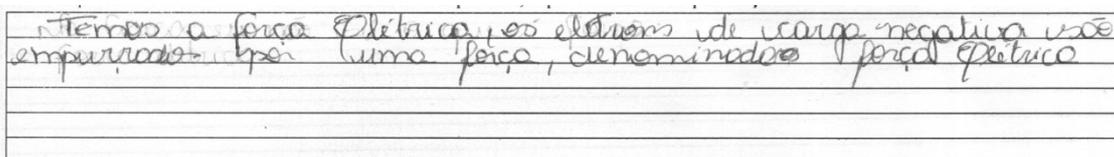
A rectangular box containing a handwritten response in Portuguese. The text is written in cursive and reads: "força na física é o termo usado para uma reação seja ela do peso, da gravidade ou de uma velocidade".

“força na física é o termo usado para uma reação seja ela do peso, da gravidade ou de uma velocidade.”(sic)

Fig. 9 – Resposta do aluno M.E. para questão um (Q₁)

Pela resposta é possível supor que o aluno esteja tentando responder utilizando de termos apenas científicos e sem o artifício de exemplos, tentando talvez demonstrar domínio do assunto, diferentemente das categorias anteriores, onde as respostas dos alunos se relacionam de certa forma com a pergunta elaborada.

Muitos alunos formularam respostas muito difíceis de serem relacionadas ao contexto da pergunta proposta, sendo agrupadas em uma categoria denominada de respostas fora do contexto. Para exemplificar esta categoria, a resposta do aluno C.M. foi selecionada por ser o tipo de resposta mais comum dentro da categoria, onde os alunos elaboram as respostas a partir do enunciado de outras perguntas.



A rectangular box containing a handwritten response in Portuguese. The text is written in cursive and reads: "Temos a força elétrica, os elétrons de carga negativa são empurrados por uma força, denominada força elétrica".

“Temos a força elétrica, os elétrons de carga negativa são empurrados por uma força, denominada força elétrica.”(sic)

Fig. 10 – Resposta do aluno C.M. para questão um (Q₁)

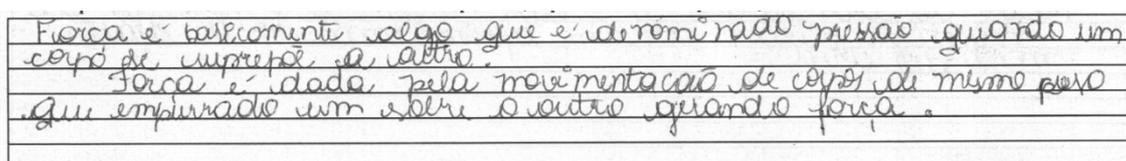
É possível supor a partir da resposta do aluno C.M. que ele não possui um subsunçor disponível em sua estrutura cognitiva, que contenha alguma informação ainda que geral sobre o conceito de força.

A compreensão do conceito de força é importante por se tratar do conceito mais geral presente da cadeia de significados que estão relacionados à força elétrica. Neste contexto é importante que os alunos tenham pelo menos uma noção do que é força e sejam capazes de identificar quando o fenômeno força estiver ocorrendo.

A ferramenta de ensino proposta, que traz uma representação da força elétrica através da atração e repulsão de pêndulos, não foi pensada diretamente para oferecer esta base conceitual, por isso foi utilizado inicialmente um organizador, para oferecer aos estudantes a base necessária para trabalhar o conceito.

Comparando os resultados do pré-teste com o do pós-teste, foi observada uma equivalência nas quantidades de categorias de respostas similares, sendo seis no pré-teste e seis no pós-teste. Algumas categorias de respostas, observadas inicialmente no pré-teste não foram detectadas no pós-teste, e em contrapartida, categorias que não foram observadas no pré-teste foram observadas no pós-teste.

Uma categoria que permaneceu presente nos dois testes, foi a categoria que relaciona força com pressão. No pré-teste a categoria apresentou uma resposta, onde, ela está associada à força peso, conforme a resposta do aluno E.M. No pós-teste a categoria de força relacionada com pressão apresenta três respostas, e aparentemente a ideia de força relacionada ao conceito pressão, associando a pressão a força peso se mantém presente tanto no pré-teste como no pós-teste e isso pode ser evidenciado a partir da resposta do aluno C.L:



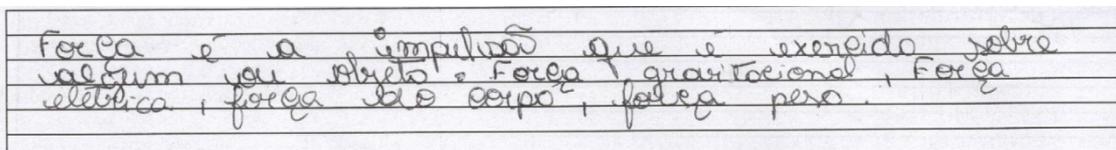
Força é basicamente algo que é denominado pressão quando um corpo se superpõe a outro.
Força é dada pela movimentação de corpos de mesmo peso que empurrado um sobre o outro quando força.

“Força é basicamente algo que é denominado pressão quando um corpo se superpõe a outro. Força é dada pela movimentação de corpos de mesmo peso que empurrado um sobre o outro quando força.”(sic)

Fig. 11 – Resposta do aluno C.L. para questão um (Q₁)

O interessante deste tipo de resposta aparecer no pós-teste, está no fato de que o material utilizado para as aulas não faz menção alguma ao conceito de pressão, sendo então descartada a possibilidade de que o organizador ou a ferramenta tenham favorecido a formação de conceitos que propiciassem a elaboração deste tipo de resposta.

Outras categorias de respostas que foram observadas no pós-teste foram as categorias de força relacionada com impulsão e atrito, onde a categoria de força relacionada com impulsão obteve apenas uma única resposta do aluno R.C.:

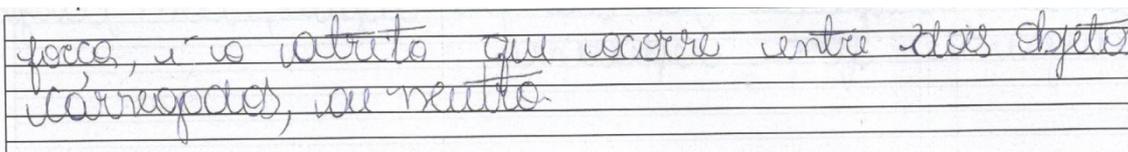


Força é a impulsão que é exercida sobre algum ou objeto. Força gravitacional, Força elétrica, força do corpo, força peso.

“Força é a impulsão que é exercida sobre algum ou objeto. Força gravitacional, força elétrica, força do corpo, força peso.”(sic)

Fig. 12 – Resposta do aluno R.C. para questão um (Q₁)

Por outro lado, a categoria de respostas que relaciona força com atrito obteve frequência de duas respostas, como por exemplo, a resposta do aluno T.S.



força, é o atrito que ocorre entre dois objetos carregados, ou neutro.

“força, é o atrito que ocorre entre dois objetos carregados, ou neutro.”(sic)

Fig. 13 – Resposta do aluno T.S. para questão um (Q₁)

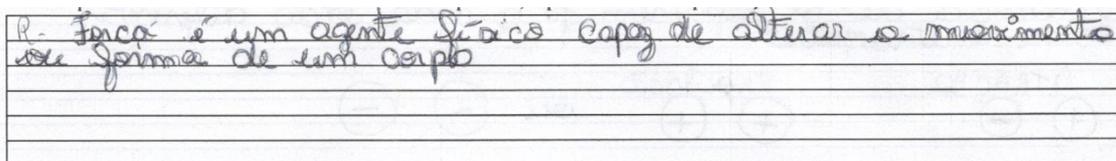
No material instrucional, que compreende o organizador e a ferramenta (OA), realmente são trabalhados os conceitos relacionados aos tipos de força citados pelo aluno.

Sobre a impulsão, parece que o aluno estava tentando dizer que a força é uma ação de empurrar, embora tenha se expressado através de sua percepção pessoal, relacionando a ação de empurrar como impulsão.

Já a categoria que relaciona força com atrito, a resposta parece misturar o processo de eletrização por atrito com a ideia de força. O material instrucional elaborado pode ter contribuído para a construção desta ideia, pois trabalha os processos de eletrização no organizador.

Além destas categorias já citadas, também foi observada a categoria que considerava as respostas que mais se aproximavam da resposta do gabarito, as quais relacionam força com ação e promove mudança do estado de movimento ou mudança

de forma. Esta categoria obteve quinze respostas em sua frequência. Para ilustrar, será utilizada a resposta formulada pelo aluno H.K.C.:



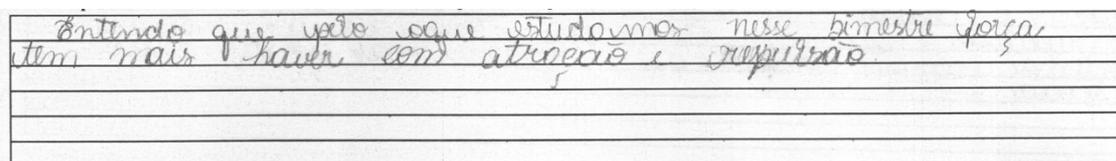
R. Força é um agente físico capaz de alterar o movimento de forma de um corpo

“Força é um agente físico capaz de alterar o movimento de forma de um corpo.”(sic)

Fig. 14 – Resposta do aluno H.K.C. para questão um (Q₁)

Este conceito foi trabalhado durante as primeiras aulas, utilizando o organizador. É interessante a resposta do aluno, pois ele não utiliza a palavra ação, mas sim a expressão “agente físico” para caracterizar a ação do fenômeno, demonstrando um domínio conceitual e também da linguagem científica. Nas outras respostas desta categoria os alunos utilizaram em suas respostas, outros tipos de expressões para a palavra ação, e mesmo com a substituição o significado não foi alterado.

Uma outra categoria de resposta que foi observada, no pós-teste e que não foi observada no pré-teste, é a que relaciona força com atração e repulsão. A frequência de respostas foi de oito. Para exemplificar este tipo de resposta, será tomada a do aluno T.L.V.:



Entendo que pelo que estudamos nesse bimestre força tem mais haver com atração e repulsão

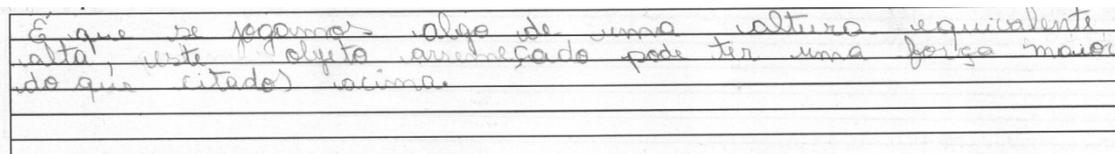
“Entendo que pelo que estudamos nesse bimestre força tem mais haver com atração e repulsão.”(sic)

Fig. 15 – Resposta do aluno T.L.V. para questão um (Q₁)

Em sua resposta, o aluno T.L.V. não responde a pergunta dando uma definição, mas faz uma exemplificação a partir de sua experiência no bimestre. As outras respostas desta categoria acompanham a mesma formatação, no que diz respeito a utilizar a atração e repulsão como exemplos. Não pode ser descartada que a ferramenta contribuiu no sentido de influenciar os alunos a elaborarem este tipo de resposta, pois a ferramenta tem como base mostrar a força através da atração e repulsão.

Para finalizar as categorias de respostas do pós-teste, foi constatada também uma boa quantidade de respostas elaboradas que não se relacionavam com a pergunta

proposta. Estas respostas foram aglutinadas assim como no pré-teste, na categoria de respostas fora do contexto. A resposta escolhida para exemplificar é a do aluno R.D.:



“É que se jogarmos algo de uma altura equivalente alta, este objeto arremetido, pode ter uma força maior do os citados acima.”(sic)

Fig. 16 – Resposta do aluno R.D. para questão um (Q₁)

Esta categoria que no pré-teste teve uma frequência de vinte e nove respostas, no pós-teste obteve vinte e duas respostas de frequência. Devida a diversidade de respostas, foi utilizada uma para exemplo, mas isso não significa que as demais sejam semelhantes em suas formulações. Mesmo assim, todas as respostas desta categoria têm em comum o fato de que as respostas elaboradas, não apontam para uma solução a pergunta proposta.

Após as análises das categorias de resposta, é possível verificar que para esta pergunta proposta (Q₁), o material instrucional que compreende tanto o organizador como a ferramenta, contribuiu para a reconstrução do conceito de força no pós-teste. O organizador provavelmente contribuiu na especialização do conceito de força na categoria que relaciona força com ação e que altera do estado de movimento ou forma, a qual obteve quinze respostas em sua frequência.

Sobre as outras categorias que relacionam força com atrito, pressão e impulso que obtiveram frequências de respostas baixas, não é possível evidenciar sua origem como uma influência direta do material instrucional.

As respostas fora do contexto mostram que boa parte dos alunos não conseguiu formar um conceito a respeito de força. Fazendo uma comparação entre o pré-teste e o pós-teste ocorreu uma redução na frequência de respostas, mas o valor ainda é alto quando comparado aos outros resultados.

Em resumo, embora o material instrucional tenha contribuído na elaboração de respostas próximas as esperadas, a quantidade foi menor que a de respostas fora do contexto, neste ponto o organizador teve seu papel na formação do conceito. A ferramenta não apresenta sinais que contribuiu para a formação do conceito de força, mas as análises mostram que alguns alunos entenderam força como atração e repulsão, muito provavelmente a partir da experiência com a ferramenta.

12.3.2. QUESTÃO DOIS (Q₂)

A questão dois (Q₂) tem o objetivo de investigar, qual a percepção dos alunos em relação ao conceito de força elétrica, que se trata de um caso particular de força, que já fora abordado na questão anterior.

Para isso, foi elaborada uma questão contextualizada com a energia elétrica. Para esta pergunta era esperada uma resposta que evidenciasse a força elétrica como o fruto da interação entre as cargas elétricas levando em consideração o sinal.

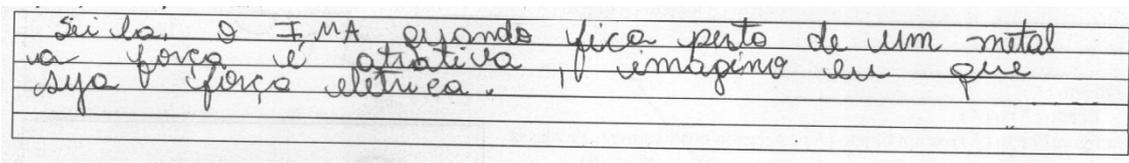
No pré-teste foram observadas quatro categorias de respostas, no pós-teste foram observadas seis. Na Tabela 5 (Tab. 5) estão relacionadas as frequências de cada categoria de respostas do pré-teste e do pós-teste, lembrando que as respostas em branco não estão sendo apresentadas.

PRÉ-TESTE (O ₁)		PÓS-TESTE (O ₂)	
Similaridades	Freq.	Similaridades	Freq.
1. Força elétrica igual a força magnética	1	1. Força elétrica relacionada a força entre corpos carregados	5
2. Força elétrica relacionada com eletrização	1	2. Força elétrica relacionada com movimento de cargas elétricas	6
		3. Força elétrica relacionada com energia	6
3. Força atrativa ou repulsiva	10	4. Força elétrica relacionada com átomos	1
4. Respostas fora do contexto.	29	5. Força como ação de atrair ou repelir.	5
		6. Respostas fora do contexto	19

Tab. 5 – Frequência de respostas da questão dois (Q₂) – fonte: Alexandre da Silva

Através dos dados da Tabela 5, é possível verificar comparando o pós-teste com o pré-teste, que ocorreram mudanças significativas. Enquanto no pré-teste três categorias de respostas tiveram apenas uma resposta, no pós-teste foi observada apenas uma categoria com uma resposta. No pré-teste, estas categorias são as que relacionam força elétrica com força magnética e eletrização, exemplificadas a partir das respostas dos alunos. O aluno C.J. relacionou a força elétrica com a força magnética da seguinte

forma:

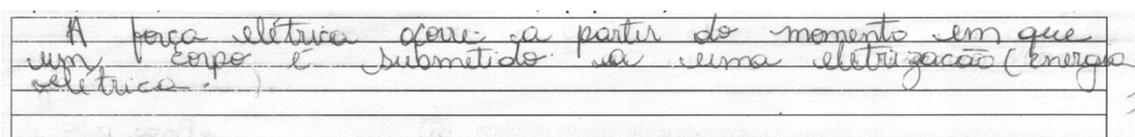


Sei lá, o IMA quando fica perto de um metal a força é atrativa, imagino eu que seja força elétrica.

“Sei lá, o IMA quando fica perto de um metal a força é atrativa, imagino eu que isso seja força elétrica.”(sic)

Fig. 17 – Resposta do aluno C.J. para a questão dois (Q₂)

O aluno L.L.P. relacionou a força elétrica com eletrização:

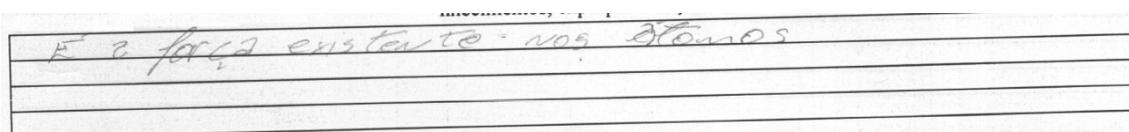


A força elétrica ocorre a partir do momento em que um corpo é submetido a uma eletrização (energia elétrica).

“A força elétrica ocorre a partir do momento em que um corpo é submetido a uma eletrização (energia elétrica).”(sic)

Fig. 18 – Resposta do aluno L.L.P. para a questão dois (Q₂)

No pós-teste, a categoria de resposta que obteve uma resposta em sua frequência, foi a que relacionava força elétrica com átomos. O aluno F.T.J. formulou sua resposta assim:



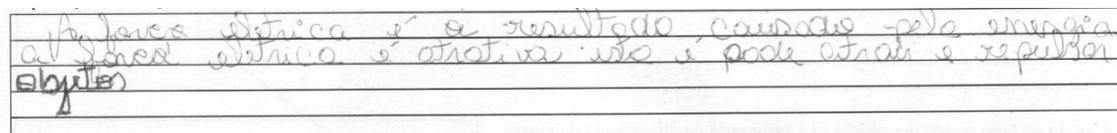
É a força existente nos átomos.

“É a força presente nos átomos.”(sic)

Fig. 19 – Resposta do aluno F.T.J. para a questão dois (Q₂)

Enquanto no pré-teste, exemplificado a partir das respostas dos alunos C.J. e L.L.P., as respostas foram baseadas no senso comum. A resposta do pós-teste, exemplificada pelo aluno F.T.J. provavelmente foi elaborada a partir das aulas em que foi utilizado um organizador.

No pré-teste a categoria três que relaciona força elétrica como uma força atrativa, obteve uma frequência de dez respostas, como exemplo, o aluno H.C. respondeu da seguinte forma:



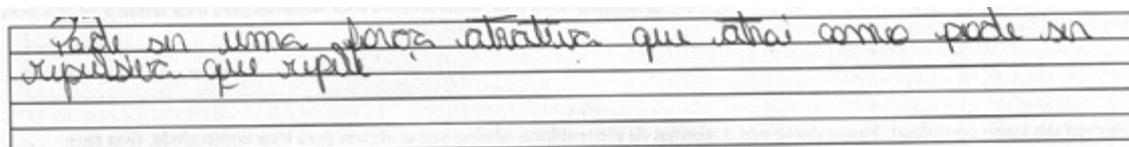
A força elétrica é o resultado causado pela energia
a força elétrica é atrativa isto é pode atrair e repulsar
objetos

“A força elétrica é o resultado causado pela energia a força elétrica é atrativa isto é pode atrair e repulsar objetos.”(sic)

Fig. 20 – Resposta do aluno H.C. para a questão dois (Q₂)

Pela resposta, o aluno demonstra conhecer os tipos de força elétrica que são observados, mas tem certa dificuldade quando faz referência a eles, principalmente quando afirma que a força é atrativa, mas com capacidade de repelir (repulsar, de acordo com o aluno) objetos.

No pós-teste, uma categoria de resposta que relaciona força elétrica como ação de atrair e repelir apresentou cinco respostas similares. O aluno M.A. respondeu assim:



Pode ser uma força atrativa que atrai como pode ser
repulsiva que repele

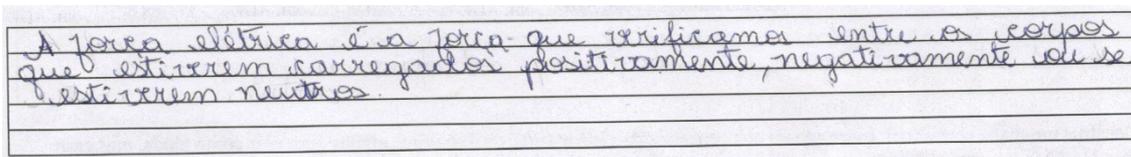
“Pode ser uma força atrativa que atrai como pode ser repulsiva que repele.”(sic)

Fig. 21 – Resposta do aluno M.A. para a questão dois (Q₂)

Pela resposta, é possível concluir que o aluno não compreende os processos que envolvem a origem da força, mas consegue responder suas características, esta resposta é recorrente em todas as respostas observadas nesta categoria, mostrando que os alunos embora consigam distinguir os tipos de força elétrica, não conseguem explicar como ela ocorre.

Ainda no pós-teste, duas categorias de respostas foram observadas, uma relaciona a força elétrica como a força entre corpos carregados, com frequência de cinco respostas, e a outra relaciona a força elétrica com movimento de cargas elétricas, com frequência de seis respostas. Estas duas respostas compõem parte da resposta elaborada para a pergunta.

Para exemplificar cada categoria, apresentamos as respostas abaixo, onde o aluno K.G. elaborou a seguinte resposta, para a categoria que relaciona força elétrica com força entre corpos carregados:

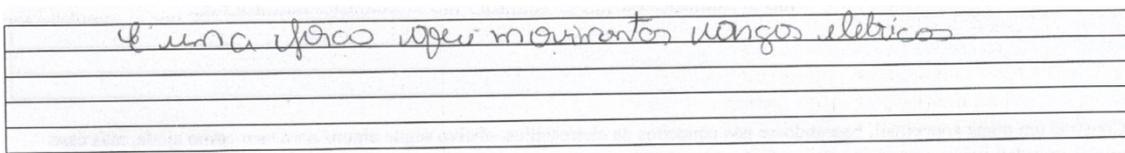


A força elétrica é a força que verificamos entre os corpos que estiverem carregados positivamente, negativamente ou se estiverem neutros.

“A força elétrica é a força que verificamos entre os corpos que estiverem carregados positivamente, negativamente de se estiverem neutros.”(sic)

Fig. 22 – Resposta do aluno K.G. para a questão dois (Q₂)

Enquanto que o aluno L.S. elaborou a seguinte resposta para a categoria que relaciona força elétrica com movimento de cargas elétricas:



É uma força que movimenta as cargas elétricas.

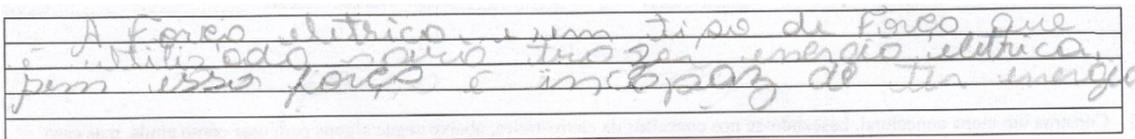
“É uma força que movimenta as cargas elétricas.”(sic)

Fig. 23 – Resposta do aluno L.S. para a questão dois (Q₂)

Analisando a resposta do aluno K.G. é possível verificar que ele assimilou a ideia de que a força elétrica é observada entre corpos carregados eletricamente e também que a carga pode ser positiva ou negativa. É possível considerar que o material instrucional favoreceu a assimilação dos conceitos necessários que auxiliaram na elaboração desta resposta, visto que tanto no organizador, como na ferramenta, trabalham estes conceitos.

Pela resposta do aluno L.S. não é possível fazer a mesma consideração do favorecimento do material instrucional ao aprendizado. A resposta pode ter outras origens possíveis, como por exemplo, ser baseada no enunciado da pergunta.

Outra categoria de resposta, que foi observada no pós-teste, relaciona força elétrica com energia. O interessante é que esta categoria não é observada no pré-teste. Para exemplificar esta categoria de respostas, o aluno L.M.B. propôs a seguinte resposta:



A força elétrica é um tipo de força que é utilizada para trazer energia elétrica, sem essa força é incapaz de ter energia.

“A força elétrica é um tipo de força que é utilizada para trazer energia elétrica sem isso força é incapaz de ter energia.”(sic)

Fig. 24 – Resposta do aluno L.M.B. para a questão dois (Q₂)

O que o aluno provavelmente está tentando dizer, é que a força elétrica é quem conduz a energia elétrica, sendo que sem esta força a energia elétrica não existe. As outras respostas embora escritas de maneiras diferentes trazem consigo o mesmo significado. Esta resposta é mais um exemplo de que o aluno quando não consegue assimilar os conceitos a partir do material apresentado nas aulas, utiliza sua percepção para elaborar a resposta, baseando em pouco ou nenhum conhecimento científico.

A categoria de respostas fora de contexto sofreu uma alteração na sua frequência do pré-teste para o pós-teste. Enquanto no pré-teste a frequência foi de vinte e nove respostas, no pós-teste a frequência caiu para dezenove, esta diferença se deve ao fato de que outras categorias de respostas no pós-teste tiveram um aumento em suas frequências de respostas.

De maneira geral, a contribuição do material instrucional, que compreende o organizador e a ferramenta, na assimilação dos conceitos necessários para a elaboração de respostas para a questão dois, foi observada. Mesmo de maneira não conclusiva, foram observados indícios de que os conceitos que relacionam força entre corpos carregados e fazendo a distinção entre os tipos de cargas, que serviram de base para elaboração das respostas, podem ter sido assimilados através do auxílio do material, tanto do organizador como da ferramenta.

Como a quantidade de alunos que formularam respostas a partir destes conceitos é pequena quando comparada com o total de alunos, fica difícil afirmar que ocorreu um amplo aprendizado pelo grupo de alunos que participaram da pesquisa. Mesmo assim, não pode ser descartada a possibilidade de que para o grupo de alunos que formulou as respostas a partir destes conceitos, não tenha assimilado estes conceitos, a partir da experiência com o material instrucional.

12.3.3. QUESTÃO TRES (Q₃)

A questão três (Q₃) foi elaborada para investigar junto aos alunos a percepção do que era necessário para ser observada a força elétrica. Para isso, foi elaborada uma pergunta contextualizada com a força gravitacional, fazendo um paralelo entre a força gravitacional e a força elétrica relacionando a existência de massa, componente necessário para se observar a força gravitacional e carga, componente necessário para a observação da força elétrica.

A resposta esperada era que os alunos mencionassem que o necessário para se observar a força elétrica era a carga.

A Tabela 6 (Tab. 6) apresenta as categorias de respostas similares observadas para esta pergunta, tanto no pré-teste como no pós-teste.

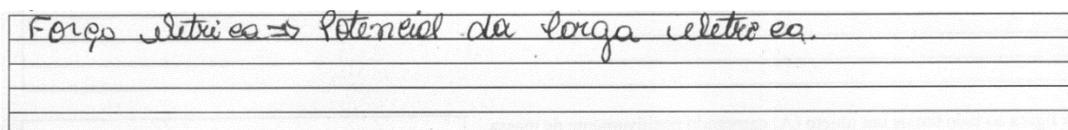
PRÉ-TESTE (O ₁)		PÓS-TESTE (O ₂)	
Similaridades	Freq.	Similaridades	Freq.
1. Quantidade de cargas	2	1. Quantidade de cargas	13
2. Potencial.	1		
3. Energia Elétrica.	5		
4. Diferença de cargas entre superfícies.	1	2. Fora do contexto	25
5. Eletrização	1		
6. Corrente elétrica	1		
7. Respostas fora do contexto.	24		

Tab. 6 – Frequência de respostas da questão três (Q₃) – fonte: Alexandre da Silva

Através da análise da questão três no pré-teste, as respostas dos alunos foram classificadas em sete categorias, enquanto na análise do pós-teste da mesma questão, foram identificadas apenas duas categorias.

Das categorias identificadas no pré-teste, quatro delas apresentaram a frequência de apenas uma resposta, sendo elas:

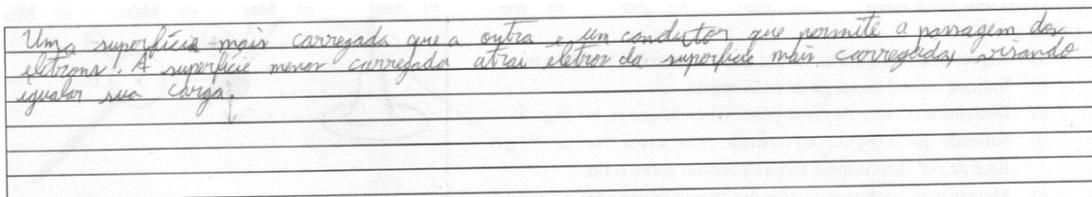
Potencial, onde o aluno G.L.C. propõe que o necessário para se observar a força elétrica seja o potencial da carga, como mostra a sua descrição:



“Força elétrica => Potencial da carga elétrica.”(sic)

Fig. 25 – Resposta do aluno G.L.C. para a questão três (Q₃)

Diferença de cargas entre superfícies, onde o aluno E.M. propõe em sua resposta que a força elétrica ocorre devida à diferença de cargas entre as superfícies.

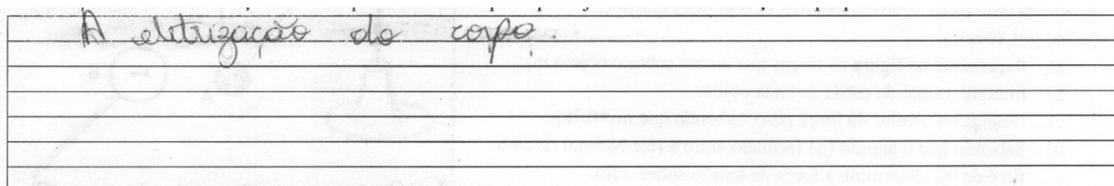


Uma superfície mais carregada que a outra e um condutor que permite a passagem dos elétrons. A superfície menos carregada atrai elétrons da superfície mais carregada, visando igualar sua carga.

“Uma superfície mais carregada que a outra em um condutor que permite a passagem dos elétrons a superfície menos carregada atrai elétrons das superfícies mais carregadas, visando igualar sua carga.”(sic)

Fig. 26 – Resposta do aluno E.M. para a questão três (Q₃)

Eletrização, onde o aluno L.L.P. propõe a seguinte resposta:

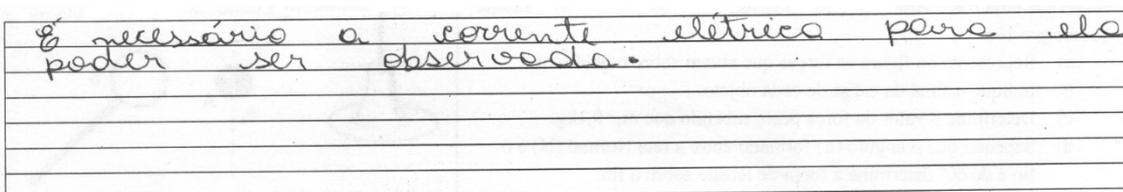


A eletrização do corpo.

“A eletrização do corpo.”(sic)

Fig. 27 – Resposta do aluno L.L.P. para a questão três (Q₃)

Corrente elétrica, proposta pelo aluno B.V.



É necessário a corrente elétrica para ela poder ser observada.

“É necessária a corrente elétrica para ela poder ser observada.”(sic)

Fig. 28 – Resposta do aluno B.V. para a questão três (Q₃)

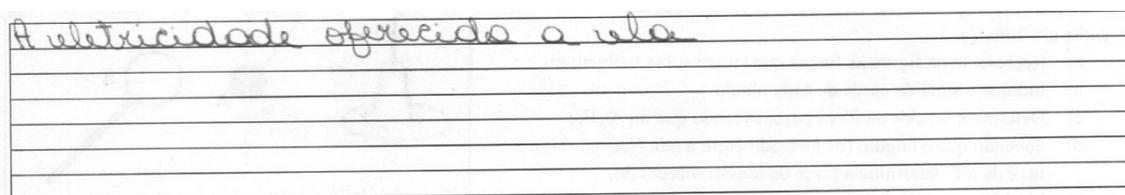
A primeira resposta proposta pelo aluno G.L.C. é de difícil compreensão e, portanto não é possível saber o que ele quis dizer quando usa a expressão “potencial de carga” e devido à resposta ser objetiva, o aluno não se teve a preocupação de explicar seu significado.

Em sua resposta, o aluno E.M., diferente da resposta anterior, buscou explicar seu ponto de vista, utilizando, como exemplo, um processo de eletrização por contato, pois em sua resposta ele utiliza as expressões do tipo: “superfície menos carregada” e “superfície mais carregada”, onde a diferença de quantidades entre as superfícies é o que proporciona a observação do fenômeno força.

O aluno L.L.P. respondeu que, o que é necessário para se observar a força elétrica é a eletrização do corpo, embora não explique como a eletrização leva a observação da força. Enquanto o aluno B.V. propôs que a observação da força elétrica, ocorre sob o efeito de corrente elétrica. Esta resposta muito provavelmente inspirada no enunciado da questão dois.

Destas quatro respostas iniciais que obtiveram frequência de uma resposta, a única que poderia ser considerada satisfatória é a do aluno L.L.P. Isso seria possível, se ele explicasse melhor a influência da eletrização na observação do fenômeno força elétrica.

Ainda continuando as análises do pré-teste, em outra categoria de respostas onde os alunos sugerem que a energia elétrica seja necessária para a observação do fenômeno da força elétrica, será utilizada a resposta do aluno E.J. para exemplificar:

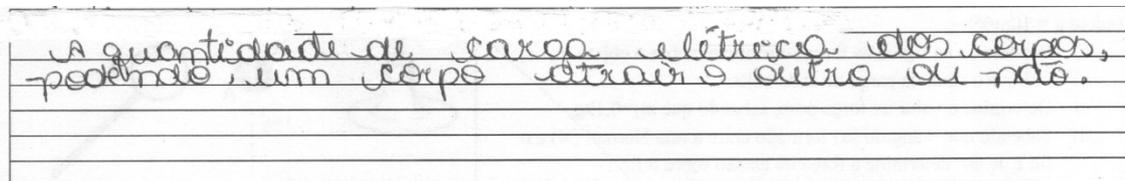


“A eletricidade oferecida a ela.”(sic)

Fig. 29 – Resposta do aluno E.J. para a questão três (Q₃)

Não é difícil supor que esta resposta poderia ser baseada no enunciado da questão dois, e assim sendo, indica que estes alunos não possuem os subsunçores que disponibilizem em sua estrutura as informações necessárias para formular a resposta para a pergunta.

Uma categoria de respostas observada no pré-teste, que foi também constatada no pós-teste é a que relaciona a força elétrica com a quantidade de cargas. No pré-teste essa categoria apresentou frequência de duas respostas, enquanto que no pós-teste, apresentou uma frequência de treze respostas. Como exemplo do tipo de resposta presente no pré-teste será utilizada a do aluno A.S.R.:

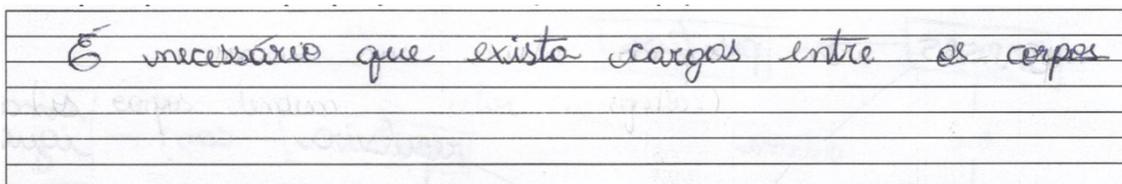


A quantidade de carga elétrica dos corpos, podendo um corpo atrair o outro ou não.

“A quantidade de carga elétrica dos corpos, podendo, um corpo atrair o outro ou não.”(sic)

Fig. 30 – Resposta do aluno A.S.R. para a questão três (Q₃)

No pós-teste, o aluno L.L. respondeu da seguinte maneira:



É necessário que exista cargas entre os corpos.

“É necessário que exista cargas entre os corpos.”(sic)

Fig. 31 – Resposta do aluno L.L. para a questão três (Q₃)

Comparando as duas respostas tanto no pré-teste como no pós-teste, elas têm suas semelhanças, embora cada resposta se utilize de expressões diferentes, o significado praticamente é o mesmo.

O diferencial do pré-teste em relação ao pós-teste é a quantidade de respostas observadas que é muito maior no pós-teste do que no pré-teste, mostrando que após a utilização do material instrucional, os alunos respondentes desta categoria de respostas possuem em sua estrutura cognitiva um subsunçor mais elaborado sobre o conceito de carga.

Embora este subsunçor tenha sido observado no pré-teste em duas respostas, no pós-teste ele foi observado em maior quantidade, mostrando que as novas informações apresentadas através do material instrucional foram assimiladas.

Vale lembrar, que a quantidade de respostas observadas no pós-teste, que foi de treze, relaciona a observação da força e ocorre devido à presença de carga, ou seja, um valor baixo quando comparado com o total de alunos participantes da pesquisa, por

exemplo, se compararmos as quantidades de respostas do pós-teste desta categoria com as respostas consideradas fora de contexto, as quais são quase o dobro das respostas desta categoria.

Então, se verificarmos estes resultados, para esta questão, em termos de aprendizado, a influência do material instrucional, sendo ele o organizador e a ferramenta, pode ter ocorrido, mas não atingiu a todos os alunos, ou seja, a maioria dos estudantes ainda parece não entender a relação, onde, para se observar a força elétrica é necessário que o corpo esteja eletricamente carregado, ou seja, é necessária a carga elétrica.

12.3.4. QUESTÃO QUATRO (Q₄)

A questão quatro (Q₄) foi elaborada com a intenção de investigar qual a percepção dos estudantes em relação à evidência de carga neutra, pois esta é uma das características que diferencia a força elétrica da força gravitacional.

A questão proposta não foi contextualizada, devido à compreensão de que ela é sequência da anterior dentro da organização conceitual.

A resposta esperada para esta questão é de que um corpo é considerado eletricamente neutro quando suas quantidades de cargas positivas e negativas são iguais.

Tanto no pré-teste como no pós-teste, foram observadas várias categorias de respostas, que sugerem a existência de um subsunçor, ainda pouco elaborado no pré-teste, que se especializou no pós-teste. As categorias de resposta estão agrupadas na Tabela 7 (Tab.7).

PRÉ-TESTE (O ₁)		PÓS-TESTE (O ₂)	
Similaridades	Freq.	Similaridades	Freq.
1. Quantidade de cargas positivas e negativas iguais.	3	1. Quantidade de cargas positivas/prótons e negativas/elétrons	23
2. Energia positiva e negativa igual.	2	2. Possui carga positiva e negativa.	4
3. Está sem carga.	3	3. Está sem carga.	15
4. Elétrons/ânions e prótons/cátions em quantidades iguais.	3	4. Possui carga neutra como negativa.	3
5. Possui carga neutra.	3	5. Parado/imóvel/estável.	3
6. Parado.	4		
7. Pouca carga.	2		
8. Sem força.	4		
9. Respostas força de contexto.	26		
		6. Respostas força de contexto.	6

Tab. 7 – Frequência de respostas da questão quatro (Q₄).- fonte: Alexandre da Silva

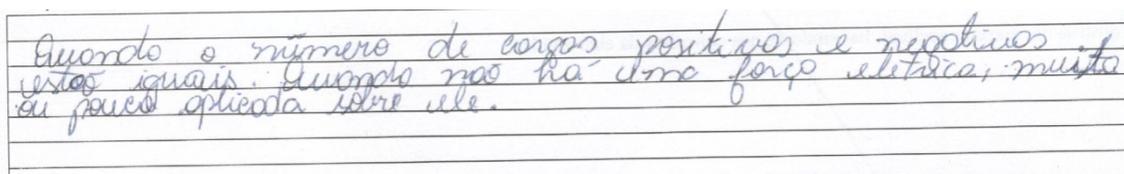
Fazendo uma análise inicial das categorias de respostas do pré-teste, é observado que as categorias parecem ter o mesmo significado, embora as expressões utilizadas para representar cada uma delas sejam diferentes.

Para evidenciar a semelhança de significados de cada categoria, serão utilizadas as respostas formuladas pelos alunos em cada categoria.

As frequências de respostas variam de duas a quatro entre as categorias elencadas.

A maior frequência de respostas está naquelas fora do contexto, que contém vinte e seis respostas.

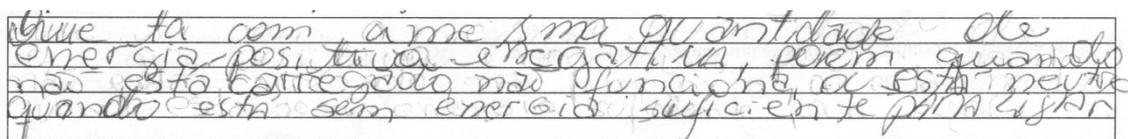
Para a quantidade de cargas positivas e negativas iguais, o aluno L.F.G. formulou a seguinte resposta:



“Quando o número de cargas positivas e negativas está iguais. Quando não há uma força elétrica, muito pouco aplicada sobre ele.”(sic)

Fig. 32 – Resposta do aluno L.F.G. para a questão quatro (Q₄)

Energia positiva e negativa igual, o aluno E.M. formulou a seguinte resposta:

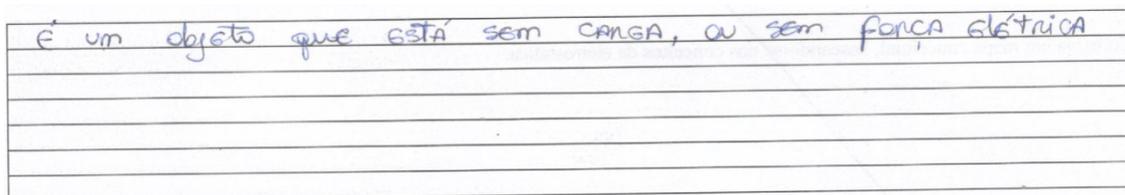


“tá com a mesma quantidade de energia positiva e negativa, porém quando não está carregado não funciona, ou está neutro quando está sem energia suficiente PARA LIGAR.”

“Que tá com a mesma quantidade de energia positiva e negativa, porém quando não está carregado não funciona ou está neutro quando está sem energia suficiente PARA LIGAR.”(sic)

Fig. 33 – Resposta do aluno E.M. para a questão quatro (Q₄)

Está sem carga, o aluno I.M.F. respondeu assim:

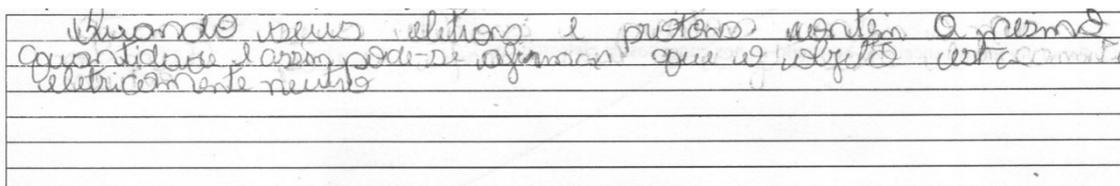


“É um objeto que está sem carga, ou sem força elétrica.”

“É um objeto que está sem carga, ou sem força elétrica.”(sic)

Fig. 34 – Resposta do aluno I.M.F. para a questão quatro (Q₄)

Elétrons/ânions e prótons/cátions em quantidades iguais, o aluno L.S. formulou a seguinte resposta:



“Quando seus elétrons e prótons contém a mesma quantidade e assim pode-se afirmar que o objeto está eletricamente neutro.”

“Quando seus elétrons e prótons contém a mesma quantidade e assim pode-se afirmar que o objeto está eletricamente neutro.”(sic)

Fig. 35 – Resposta do aluno L.S. para a questão quatro (Q₄)

Para a categoria de respostas que possui carga neutra, o aluno D.C.A. respondeu desta forma:

Objeto possuem cargas neutras, ou seja, esta eletricamente distribuído de forma neutra. onde os que perde ganha e os que ganha perde.

“Objeto possuem cargas neutras, ou seja, esta eletricamente distribuído de forma neutra. Onde os que perde ganha e os que ganha perde.”(sic)

Fig. 36 – Resposta do aluno D.C.A. para a questão quatro (Q₄)

Para a categoria, parado, o aluno Y.N. formulou a seguinte resposta:

Não possui movimento de elétrons

“Não possui movimento de elétrons.”(sic)

Fig. 37 – Resposta do aluno Y.N. para a questão quatro (Q₄)

Na categoria, pouca carga, o aluno B.V. respondeu da forma a seguir:

Quando ele eletricamente está com pouca carga está neutro.

“Quando ele eletricamente está com pouca carga está neutro.”(sic)

Fig. 38 – Resposta do aluno B.V. para a questão quatro (Q₄)

Para a categoria de resposta, sem força, o aluno E.J. respondeu assim:

Que ele está estável sem qualquer tipo de força

“Que ele está estável sem qualquer tipo de força.”(sic)

Fig. 39 – Resposta do aluno E.J. para a questão quatro (Q₄)

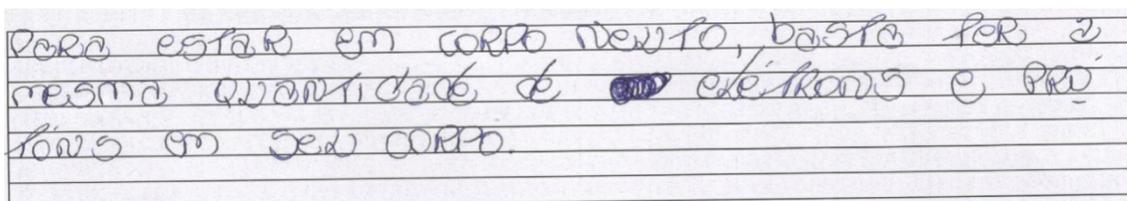
Através dos exemplos de respostas propostas pelos alunos, é possível verificar, embora eles utilizem de palavras ou expressões que sejam ligeiramente diferentes, que

as respostas mantêm de maneira geral respostas que indicam um consenso sobre a neutralidade de um corpo.

Em algumas respostas os alunos utilizam quantidades de cargas, em outras fazem referência aos elétrons e prótons e também estabilidade, dando a entender ainda, de maneira subjetiva, que existe certa compreensão sobre o que é um corpo neutro a partir de uma ideia de estabilidade de cargas.

São também observadas, algumas incoerências nas respostas, onde os alunos citam a falta de carga ou força, ou ainda o fato de o objeto ter pouca carga ou força para representar a neutralidade. Através das respostas, é possível verificar que os alunos possuem um subsunçor pouco elaborado acerca do conceito de corpo eletricamente neutro.

Analisando as respostas do pós-teste, foi verificado que ocorreram mudanças significativas nas categorias inicialmente observadas e também nas frequências de respostas de algumas categorias. As categorias de respostas observadas estão representadas através dos exemplos de respostas formuladas pelos alunos, aqui representados: quantidades de cargas positivas/prótons e negativas/elétrons iguais, o aluno B.A. respondeu da seguinte forma, utilizando o exemplo onde as cargas são representadas pelas partículas portadoras de carga prótons e elétrons:



Para estar em corpo neutro, basta ter a mesma quantidade de elétrons e prótons em seu corpo.

“Para estar em corpo neutro, basta por a mesma quantidade de elétrons e prótons em seu corpo.”(sic)

Fig. 40 – Resposta do aluno B.A. para a questão quatro (Q₄)

Ainda nesta mesma categoria de resposta, foram observados casos, onde os alunos se utilizaram de outra forma de expressar a igualdade de cargas, como pode ser constatado na resposta do aluno M.A.S.:

Quando o objeto possui a mesma quantidade de cargas negativas e cargas positivas, cargas iguais se anulam.

“Quando o objeto possui a mesma quantidade de cargas negativas e cargas positivas, cargas iguais se anulam.”(sic)

Fig. 41 – Resposta do aluno M.A.S. para a questão quatro (Q₄)

Este exemplo mostra que mesmo com a utilização de expressões diferentes o significado da proposição não altera o sentido da resposta. Nesta categoria de resposta, foram observadas vinte e três respostas.

Possui carga positiva e negativa, o aluno K.M.C. respondeu assim:

É quando ele possui cargas positivas e negativas.

“É quando ele possui cargas positivas e negativas.”(sic)

Fig. 42 – Resposta do aluno K.M.C. para a questão quatro (Q₄)

Pela resposta, não fica claro a igualdade de cargas. A frequência de respostas desta categoria foi de quatro respostas, mostrando que parte dos alunos que participaram da pesquisa, pode não ter compreendido a neutralidade da carga, em termos da igualdade de quantidade de cargas positivas e negativas, mas sim em sua existência.

Continuando as observações do pós-teste, algumas categorias de respostas do pré-teste não foram detectadas no pós-teste, mas o interessante é que algumas categorias de resposta, ainda permaneceram mesmo após o uso do material instrucional, são elas:

Está sem carga, exemplificada através da resposta do aluno F.A.M.

Quando ele está sem nenhuma carga positiva ou negativa.

“Quando ele está sem nenhuma carga positiva ou negativa.”(sic)

Fig. 43 – Resposta do aluno F.A.M. para a questão quatro (Q₄)

O que esta resposta tem de interessante está na sua frequência de respostas, pois a quantidade de respostas similares é de quinze, as referidas mostram que mesmo depois do tratamento com o material instrucional boa parte dos alunos ainda tem a compreensão da neutralidade a partir da ideia de que o corpo ou objeto não possui cargas.

Mas, não podemos deixar de considerar também a possibilidade de que estes alunos tenham a percepção correta, de neutralidade no sentido de igualdade da quantidade de cargas, mas tenham optado em se expressar desta forma.

Possui carga neutra como negativa, o aluno R.D. propôs a seguinte resposta:

porque está eletricamente negativo.

“porque está eletricamente negativo.”(sic)

Fig. 44 – Resposta do aluno R.D. para a questão quatro (Q₄)

Esta categoria de resposta não foi observada no pré-teste, mesmo assim obteve uma frequência de três respostas, sendo difícil supor o que levou os alunos a desenvolverem a resposta.

Na categoria de resposta, Parado/imóvel/estável, o aluno F.F. respondeu assim:

Está inativo, imóvel.

“Está inativo. Imóvel.”(sic)

Fig. 45 – Resposta do aluno F.F. para a questão quatro (Q₄)

Nesta categoria, foram observadas três respostas, onde cada uma utiliza de uma expressão diferente para representar a sua ideia de neutralidade, mas todas têm em comum o significado de que para estes alunos um corpo eletricamente neutro está parado.

Um detalhe em relação à ferramenta de ensino que pode explicar a relação entre a neutralidade elétrica e a compreensão de que o corpo está parado, é que na primeira simulação, os cenários onde não é observada a força elétrica, representada pela

movimentação do pêndulo, são aqueles em que pelo menos um dos pêndulos está neutro, ou seja, está sem a representação de carga.

Esta representação pode ter influenciado na compreensão dos alunos, pois como um corpo neutro permanece imóvel, eles podem ter utilizado esta observação para elaborar a resposta.

Outro detalhe sobre a ferramenta é que além de influenciar esta categoria de resposta, ela pode também ter influenciado as categorias de respostas, onde os alunos consideram um corpo neutro como um corpo que não tem carga, e as respostas que indicam a mesma quantidade de cargas, devido à representação utilizada nos três primeiros cenários da simulação, onde os pêndulos em estado neutro são representados sem o sinal característico de carga, que na visão de alguns alunos poderia significar que está sem carga e na visão de outros está com a mesma quantidade, explicando assim as duas categorias de respostas do pós-teste com maior incidência.

Nesta questão, já é possível verificar de uma maneira mais concreta, que a ferramenta de ensino pode ter contribuído para a reconstrução conceitual a partir da utilização de uma representação concreta de uma ideia abstrata sobre a neutralidade elétrica.

É possível também verificar através dos dados, que este conceito foi compreendido por grande parte dos alunos, visto que as quantidades de respostas fora do contexto tiveram uma redução na frequência pós-teste em relação ao pré-teste.

12.3.5. QUESTÃO CINCO (Q₅)

Esta questão foi elaborada com a intenção de verificar se os alunos conseguiam fazer a distinção (diferença) entre os conceitos de corpo eletricamente neutro e corpo eletricamente carregado, lembrando que na questão anterior (Q₄) fora abordada a percepção dos alunos acerca do conceito de corpo neutro. A questão proposta não foi contextualizada e trata de uma sequência da questão anterior, dentro da organização sequencial de modo a promover uma diferenciação de conceitos.

A resposta esperada para esta pergunta seria a que os alunos considerassem o corpo neutro como um corpo onde suas quantidades de cargas seriam iguais e o corpo carregado seria o corpo que as quantidades de cargas seriam diferentes.

As respostas do pré-teste e do pós-teste foram categorizadas por significados, pois em algumas respostas os alunos se utilizaram de palavras ou expressões, que mesmo

diferentes entre si, não modificam o significado da resposta. A Tabela 8 (Tab. 8) representa as categorias de respostas encontradas com suas respectivas frequências.

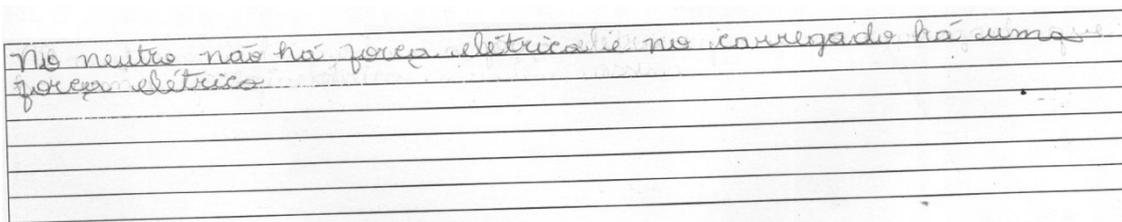
PRÉ-TESTE (O₁)		PÓS-TESTE (O₂)	
Similaridades	Freq.	Similaridades	Freq.
1. Carga equivalente a força.	3	1. Corpo carregado relacionado à diferença entre as quantidades de cargas positivas e negativas e corpo neutro relacionado à carga nula ou igual	23
2. Neutro sem carga, carregado com carga.	4	2. Corpo carregado tem força ou movimento enquanto o corpo neutro é parado, tem pouca força ou força nula.	6
		3. Carga relacionada à energia.	1
3. Neutro/carregado relacionado à quantidade de cargas	9	4. Neutro relacionado a ausência de prótons e elétrons.	2
4. Respostas fora do contexto.	33	5. Carregado relacionado com a atração dos corpos enquanto neutro relacionado ao corpo parado.	1
		6. Respostas fora de contexto.	21

Tab. 8 – Frequência de respostas da questão cinco (Q₅). – fonte: Alexandre da Silva

Fazendo uma primeira análise, já é observada uma diferença entre as categorias de respostas do pré-teste quando comparadas aos do pós-teste. Enquanto no pré-teste os alunos responderam às perguntas propostas, utilizando respostas pouco elaboradas e até confusas, no que diz respeito a exemplificar um corpo carregado, no pós-teste, devido ao grau de especificidade das respostas, foi necessário fazer com que as categorias também fossem elaboradas de maneira mais específica.

A primeira categoria de resposta relaciona a observação da força em função da carga. Esta categoria obteve frequência de três respostas similares.

Carga conter força, onde o aluno K.G.O, respondeu assim:



No neutro não há força elétrica e no carregado há uma força elétrica.

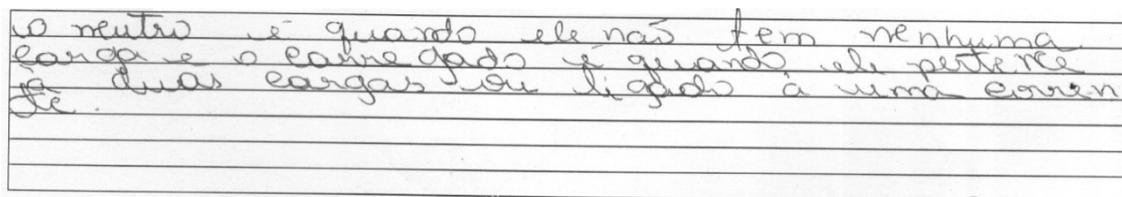
“No neutro não há força elétrica e no carregado há uma força elétrica.”(sic)

Fig. 46 – Resposta do aluno K.G.O. para a questão cinco (Q₅)

Através desta resposta, o aluno considera que para se observar a força, ele deve estar carregado. Embora, a resposta explique o processo de observação da força, ela não explica a diferença entre um corpo carregado e um corpo neutro.

Outra categoria de resposta similar, que obteve frequência de quatro respostas, os alunos propõem que um corpo tem carga neutra quando não tiver cargas e carregado quando as tiver.

Na categoria neutro sem carga, carregado com carga, o aluno E.P. formulou a seguinte resposta:



o neutro é quando ele não tem nenhuma carga e o carregado é quando ele pertence a duas cargas ou ligado a uma corrente.

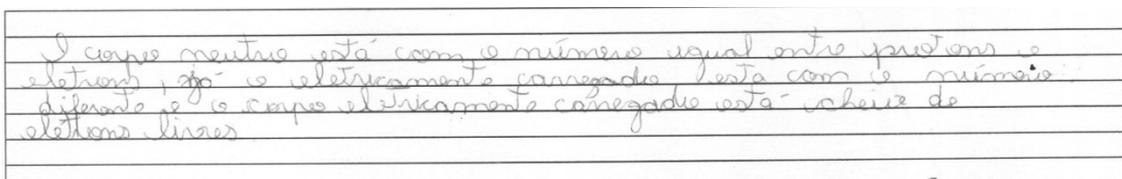
“o neutro é quando ele não tem nenhuma carga e o carregado é quando ele pertence a duas cargas ou ligado a uma corrente.”(sic)

Fig. 47 – Resposta do aluno E.P. para a questão cinco (Q₅)

O que chama atenção para esta resposta trata-se da dificuldade de definir um corpo carregado. É facilmente compreensível através da resposta a percepção do aluno sobre o corpo neutro, mas a percepção que ele tem sobre o corpo carregado é difícil de se entender. Isso mostra que o aluno tem uma maior familiaridade com o conceito de corpo neutro do que de corpo carregado.

Outra categoria de respostas similares, que foram observadas no pré-teste, relacionada ao fato do corpo estar neutro ou carregado é a quantidade de cargas que está contida nele. Esta categoria obteve sete respostas similares em sua frequência, e é a que mais se aproxima da resposta proposta para esta questão, dentre as observadas no pré-teste.

Neutro/carregado relacionado à quantidade de cargas, o aluno M.E.G. respondeu a questão da seguinte maneira:



O corpo neutro está com o número igual entre prótons e elétrons, já o eletricamente carregado está com o número diferente e o corpo eletricamente carregado está cheio de elétrons livres.

“O corpo neutro está como o número igual entre prótons e elétrons, já o eletricamente carregado está com o número diferente e o corpo eletricamente carregado está cheio de elétrons livres” (sic)

Fig. 48 – Resposta do aluno M.E.G. para a questão cinco (Q₅)

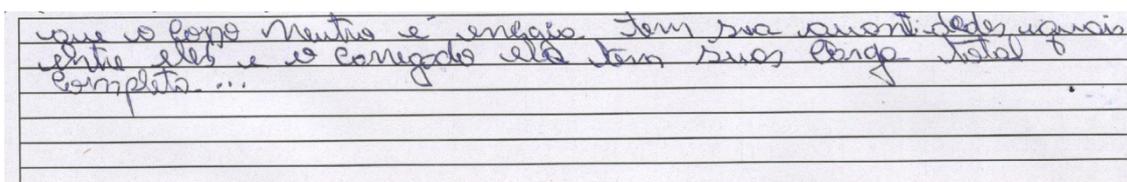
Através da resposta proposta pelo aluno M.E.G. é possível verificar que assim como foi observado na categoria anterior, o aluno demonstrou dificuldade quando foi representar o significado do corpo carregado. Durante sua resposta, ele descreve corretamente o corpo neutro, como o corpo que possui a quantidade de prótons e elétrons iguais, mas quando vai representar o corpo carregado ele até sugere que a quantidade de prótons e elétrons seja diferente, mas finaliza a resposta, exemplificando que o corpo é carregado por estar cheio de elétrons livres.

Vale lembrar, que os elétrons livres são observados em todos os átomos que não estão estabilizados e são considerados aqueles que estão na camada mais afastada do núcleo, e independe do corpo estar eletricamente neutro ou carregado.

Ainda no pré-teste, a Tabela 8 mostra que as respostas fora do contexto obtiveram uma frequência de trinta e três respostas, mostrando a dificuldade dos alunos em fazer a distinção entre um corpo carregado e um corpo neutro. Este valor reduziu para vinte e um no pós-teste, que mostra que mesmo após o uso da ferramenta, parte dos alunos ainda tem dificuldade nesta distinção.

Em relação às categorias observadas no pós-teste, algumas tiveram uma frequência de respostas baixa, entre uma e duas respostas, conforme a Tabela 8, sendo elas:

Carga relacionada à energia, o aluno W.G. propôs a seguinte resposta:



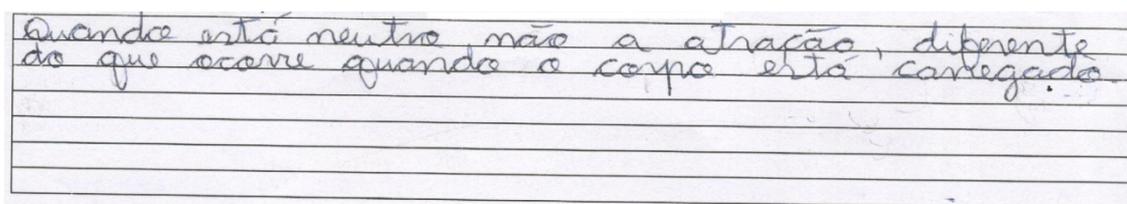
que o corpo neutro e energia tem sua quantidade iguais entre eles e o carregado ele tem suas carga total completa...

“que o corpo neutro é energia tem sua quantidades iguais entre eles e o carregado tem suas cargas total completa...”(sic)

Fig. 49 – Resposta do aluno W.G. para a questão cinco (Q₅)

Através da resposta do aluno W.G. é possível verificar que ele tem uma noção do que é um corpo neutro, mas assim como já fora observado anteriormente ele tem dificuldade em representar um corpo carregado.

Carregado relacionado com a atração dos corpos enquanto neutro relacionado ao corpo parado, através da resposta no aluno Y.N.:



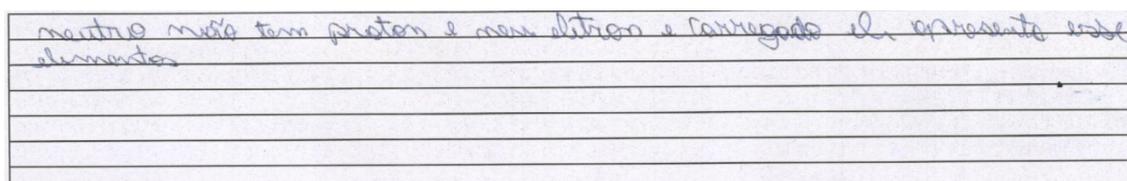
quando está neutro não há atração, diferente do que ocorre quando o corpo está carregado

“Quando está neutro não há atração, diferente do que ocorre quando o corpo está carregado.”(sic)

Fig. 50 – Resposta do aluno Y.N. para a questão cinco (Q₅)

A primeira vista, parece sem sentido a resposta do aluno, mas se a observamos e compararmos com as observações realizadas com a simulação em seus três arquivos, é possível sugerir que esta resposta foi elaborada a partir de percepção construída através do uso das simulações que fazem parte do material instrucional.

Neutro relacionado à ausência de prótons e elétrons, como apresenta a resposta do aluno R.C.L.:



neutro não tem próton e nem eletron e carregado ele apresenta esse elementos

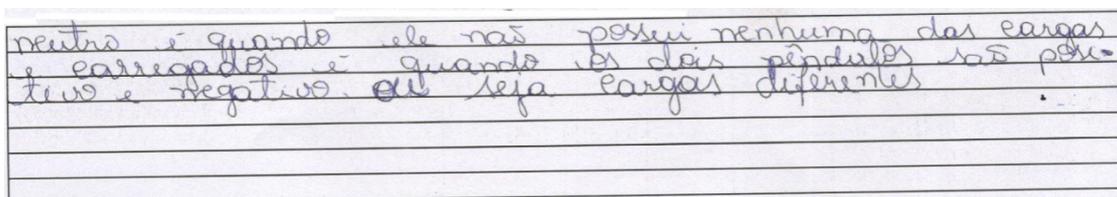
“neutro não tem próton e nem eletron e carregado ele apresenta esse elementos”(sic)

Fig. 51 – Resposta do aluno R.L.C. para a questão cinco (Q₅)

Assim como no exemplo anterior, a resposta parece sem sentido, mas se compararmos com as observações realizadas na simulação um, onde é trabalhado a representação de corpo carregado e corpo neutro e a força, é possível supor que estas observações serviram de âncora para a elaboração desta resposta.

Analisando as categorias de respostas, também é possível supor que a simulação que faz parte do material instrucional, contribuiu para a elaboração de outro tipo de resposta, sendo ela a categoria que relaciona o estado do corpo à observação ou não de força por ocorrência de movimento. Esta categoria de resposta obteve seis respostas.

Carregado relacionado com a atração dos corpos enquanto neutro relacionado ao corpo parado, o aluno E.P. propôs a seguinte resposta:



neutro é quando ele não possui nenhuma das cargas
e carregado é quando os dois pêndulos são posi-
tivos e negativos, ou seja cargas diferentes.

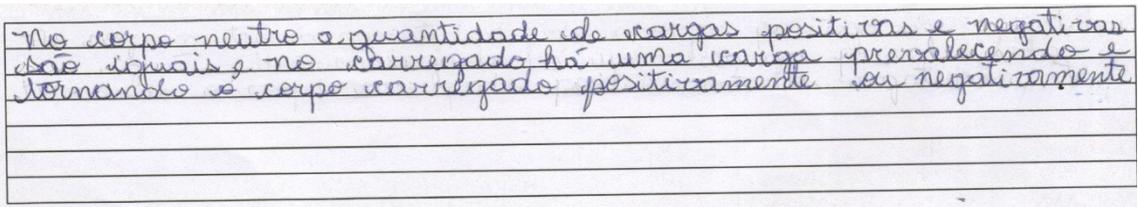
“Neutro é quando ele não possui nenhuma das cargas e carregado é quando os dois pêndulos são positivo e negativo ou seja cargas diferentes.”(sic)

Fig. 52 – Resposta do aluno E.P. para a questão cinco (Q₅)

Esta resposta, claramente o aluno faz referência a simulação presente no material instrucional trabalhado durante o bimestre. Na simulação, o corpo neutro é representado sem o sinal que representa a carga, enquanto que o corpo carregado é representado pelos sinais (+), para positivo e (-) para negativo, conforme pode ser visto no apêndice A. O aluno faz referência direta aos pêndulos e aos sinais que representam a carga, assim como a falta do sinal para representar a carga neutra.

Para finalizar a análise da questão cinco, será verificada a categoria de respostas do pós-teste que mais se aproxima da resposta estipulada para a pergunta. A categoria obteve vinte e três respostas similares e foi organizada de maneira bem específica:

Corpo carregado relacionado à diferença entre as quantidades de cargas positivas e negativas e corpo neutro relacionado à carga nula ou igual, como exemplo a resposta do aluno K.G.O., como segue:



No corpo neutro a quantidade de cargas positivas e negativas são iguais e no carregado há uma carga prevalecendo e tornando o corpo carregado positivamente ou negativamente.

“No corpo neutro a quantidade de cargas positivas e negativas são iguais e no carregado há uma carga prevalecendo e tornando o corpo carregado positivamente ou negativamente.”(sic)

Fig. 53 – Resposta do aluno K.G.O. para a questão cinco (Q₅)

Embora não faça uma referência direta a simulação como no exemplo do aluno E.P., a resposta proposta pelo aluno K.G.O. possui elementos que sugerem que a simulação possa ter influenciado na resposta, principalmente na parte onde tem a percepção, que no corpo carregado há uma carga prevalecendo e tornando o corpo carregado.

Esta percepção é compatível com a representação usada nas simulações onde o pêndulo carregado positivamente tem o sinal (+), apenas, e o carregado negativamente o sinal (-), apenas, dando a entender que esta carga está sobrando ou prevalecendo conforme a resposta do aluno.

Através da análise das categorias de respostas do pós-teste, é possível identificar que a ferramenta de ensino, ou as simulações desenvolvidas, que compõem o material instrucional que foi utilizado durante o terceiro bimestre, tenha influenciado nas respostas dos alunos na questão cinco, mostrando que a simulação pode ter auxiliado na reconstrução, principalmente, do conceito de corpo carregado, pois como fora observado no pré-teste, os alunos demonstraram ter maior dificuldade na representação do corpo carregado do que na de corpo neutro.

12.3.6. QUESTÃO SEIS (Q₆)

A questão seis (Q₆) foi elaborada com o objetivo de verificar quais as percepções dos estudantes acerca dos processos de eletrização, ou seja, em que situações um corpo que está inicialmente neutro, passa a estar carregado eletricamente. Seguindo a questão anterior, que indaga sobre a diferença entre os corpos eletricamente neutro e carregado, a questão seis aborda os processos pelos quais este fenômeno ocorre.

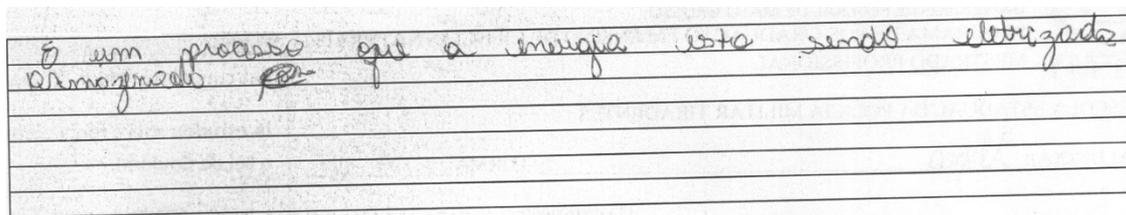
Este assunto está relacionado aos processos de eletrização que foram trabalhados inicialmente no organizador, e também trabalhados de maneira adjacente durante as aulas com a ferramenta, pois a referida não foi preparada para trabalhar os processos de eletrização de maneira mais concreta.

A resposta para esta pergunta seria o aluno elencar os três processos de eletrização estudados e explicando-os. As respostas mostram que, no pré-teste a maioria dos alunos não demonstrou ter a compreensão no assunto perguntado. Isso se baseia na quantidade de categorias de respostas e nas frequências, conforme pode ser observados na Tabela 9.

PRÉ-TESTE (O ₁)		PÓS-TESTE (O ₂)	
Similaridades	Freq.	Similaridades	Freq.
1. Colocar energia	2	1. Atrito, contato e indução.	6
2. Retirar ou colocar elétrons.	2	2. Energia.	6
		3. Carregar.	4
3. Respostas fora do contexto	18	4. Troca de elétrons.	4
		5. Respostas fora do contexto	10

Tab. 9 – Frequência de respostas da questão seis (Q₆).- fonte: Alexandre da Silva

No pré-teste, foram observadas duas categorias de respostas, onde cada categoria apresentou uma frequência de duas respostas. As respostas consideradas fora de contexto somaram dezoito. As duas categorias de respostas, para a questão seis são: Colocar energia, onde o aluno A.L., elaborou a seguinte resposta:



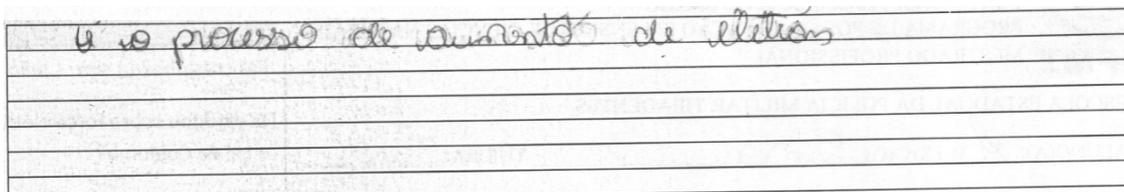
“E um processo que a energia esta sendo eletrizada, armazenada.” (sic)

Fig. 54 – Resposta do aluno A.L. para a questão seis (Q₆)

A partir da resposta do aluno A.L., nota-se que ele apresenta uma dificuldade em expressar o processo de eletrização. Além do erro de concordância, o uso das palavras

energia, eletrizado e armazenado, sugere que o aluno possa saber o que é o processo de eletrização, embora demonstre uma dificuldade de se expressar na forma escrita.

Retirar ou colocar elétrons, o aluno L.S. respondeu assim:



“é o processo de aumento de elétrons.”(sic)

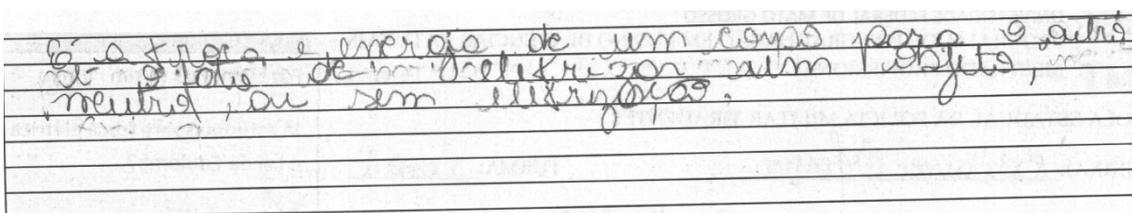
Fig. 55 – Resposta do aluno L.S. para a questão seis (Q₆)

A questão pede que seja dada uma explicação, sobre os processos de eletrização, e assim como na categoria anterior, o que pode ser observado, foi uma tentativa de explicar o efeito que o processo ocasiona.

Isso mostra de uma maneira geral, que os alunos embora talvez possam até compreender o que é a eletrização, no que diz respeito ao resultado do processo, eles demonstram que não conhecem os processos pelos quais os corpos eletrizam.

No pós-teste, foi observado um aumento na quantidade de categorias de respostas assim como na frequência das respostas. Das quatro categorias detectadas, três delas não fazem referências ao processo de eletrização, são elas:

Energia, esta categoria obteve seis respostas de frequência, e será exemplificada pela resposta do aluno E.M., assim:



“É a troca e energia de um corpo para o outro é o fato de eletrizar um objeto, neutro, ou sem eletrização.”(sic)

Fig. 56 – Resposta do aluno E.M. para a questão seis (Q₆)

Carregar, esta categoria obteve quatro respostas de frequência, sendo utilizada como exemplo a resposta do aluno C.J., que segue:

O ocorrido através de correntes elétricas que se reventado pode ocorrer a eletrização, ou seja, ele fica totalmente com uma carga elétrica muito grande. Podemos causar a eletrização.

“E ocorrido através de correntes elétricas que se reventado, pode ocorrer a eletrização, ou seja, ele fica totalmente com uma carga elétrica muito grande. Podendo causar eletrização.”(sic)

Fig. 57 – Resposta do aluno C.J. para a questão seis (Q₆)

Troca de elétrons, esta categoria de respostas apresentou uma frequência de quatro respostas, e será exemplificada pela do aluno D.C.A., abaixo:

O processo de eletrização ocorre através de compartilhamento de elétrons.

“O processo de eletrização ocorre através de compartilhamento de elétrons.”(sic)

Fig. 58 – Resposta do aluno D.C.A. para a questão seis (Q₆)

Das três categorias observadas, apenas a última representada pela resposta do aluno D.C.A. utiliza de conhecimento científico, embora nenhuma das três categorias de respostas seja a resposta esperada para a pergunta.

O que as três têm em comum é que em todos os exemplos citados, os alunos sugerem a eletrização como uma troca, seja de energia, carga ou elétrons. Isso mostra, que embora os alunos não conheçam os processos pelos quais está troca ocorre, eles têm a noção do que seria a eletrização.

A outra categoria observada representa as respostas que fazem referência aos processos de eletrização seja ele, por atrito, contato e indução.

Atrito, contato e indução, é a categoria que obteve, seis respostas, das quais foi selecionada como exemplo a do aluno L.L., como podemos ver abaixo:

A eletrização se da por meio do contato, atrito ou indução. É o processo pelo qual o corpo passa a ter ~~carga~~ determinado nº de cargas.

“A eletrização se da por meio do contato, atrito ou indução. É o processo pelo qual o corpo passa a ter determinado nº de cargas.”(sic)

Fig. 59 – Resposta do aluno L.L. para a questão seis (Q₆)

É importante citar que nem todas as respostas observadas nesta categoria representam os três processos de eletrização, como por exemplo, a resposta do aluno H.C.:

é quando um corpo carregado eletricamente entra em contato com outro corpo que pode ter sua carga nula ou não, fazendo com que este receba a energia do carregado se tornando também carregado eletricamente.

“é quando um corpo carregado eletricamente entra em contato com outro corpo que pode ter sua carga nula ou não, fazendo com que este receba a energia do carregado se tornando também carregado eletricamente.”(sic)

Fig. 60 – Resposta do aluno H.C. para a questão seis (Q₆)

Nesta categoria de respostas, os alunos demonstram um domínio sobre o processo de eletrização por contato, conforme a resposta do aluno H.C. e também conhecem pelo menos os nomes dos outros processos de eletrização.

Além disso, através das respostas é possível verificar que os alunos também compreendem a eletrização, e conseguem explicar através da utilização de alguns termos científicos.

Através destes exemplos, também é possível verificar que as respostas foram elaboradas sem influência por parte da simulação, mas é possível considerar que o organizador utilizado durante as primeiras aulas, tenha proporcionado a elaboração das respostas a partir da reconstrução do conceito, pois o organizador faz uma referência direta aos processos de eletrização assim como seus efeitos.

12.3.7. QUESTÃO SETE (Q₇)

Esta questão foi elaborada com o objetivo de verificar junto aos alunos o motivo pelo qual a força elétrica é observada como uma força atrativa atraindo os corpos carregados ou repulsivos, afastando os corpos carregados. Esta questão sete (Q₇) se relaciona com a questão três (Q₃), funcionando como um complemento da mesma.

Era esperado que os alunos respondessem a pergunta, considerando que a diferença da força elétrica seja atrativa ou repulsiva, está relacionada ao tipo de carga que cada corpo apresenta durante a ocorrência do fenômeno. A Tabela 10 mostra as categorias de respostas similares observadas tanto no pré-teste como no pós-teste.

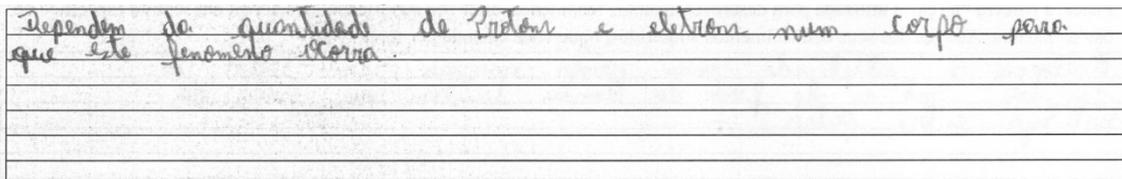
PRÉ-TESTE (O ₁)		PÓS-TESTE (O ₂)	
Similaridades	Freq.	Similaridades	Freq.
1. Sinal	6	1. Sinal	31
2. Quantidade de cargas.	1	2. Quantidade de cargas	4
3. Respostas fora do contexto	28	6. Respostas fora do contexto	15

Tab. 10 - Frequência de respostas da questão sete (Q₇) - .fonte: Alexandre da Silva

Fazendo a análise da questão sete, é a primeira vez que existe uma equivalência, entre as categorias do pré-teste com o pós-teste. A diferença está na quantidade. Enquanto no pré-teste a quantidade de respostas fora do contexto, que foi de vinte e oito, reduziu para quinze no pós-teste, as frequências, observadas na outras categorias do pós-teste aumentaram em comparação com as frequências de respostas observadas no pré-teste.

As categorias que foram observadas tanto no pré-teste como no pós-teste, são:

Quantidade de cargas, em que os alunos relacionam a distinção dos tipos de força elétrica observados, a partir da quantidade de cargas. No pré-teste, a frequência desta categoria foi de uma resposta e tem como exemplo do aluno G.H., abaixo:

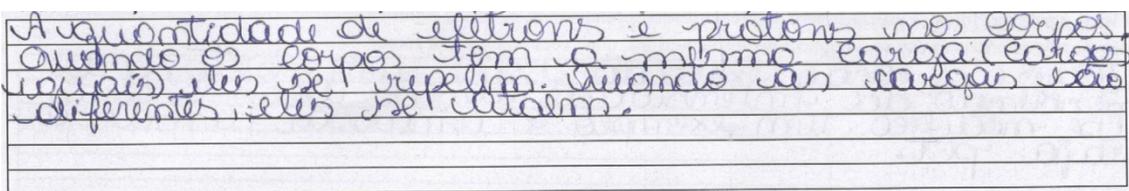


Dependem da quantidade de prótons e elétrons num corpo para que este fenômeno ocorra.

“Dependem da quantidade de prótons e elétrons num corpo para que este fenômeno ocorra.”(sic)

Fig. 61 – Resposta do aluno G.H. para a questão sete (Q₇)

No pós-teste, a frequência desta categoria de resposta foi de seis, e foi escolhida para exemplificar, a resposta do aluno A.R.:



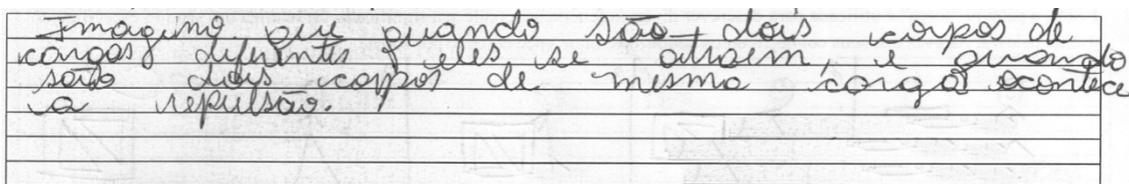
“A quantidade de elétrons e prótons nos corpos quando os corpos tem a mesma carga (cargas iguais) eles se repelem. Quando as cargas são diferentes eles se atraem.”(sic)

Fig. 62 – Resposta do aluno A.R. para a questão sete (Q₇)

Comparando as duas respostas, é possível verificar que a resposta do pós-teste é mais elaborada que a do pré-teste, mostrando a compreensão do conceito que caracteriza a diferença entre a força elétrica atrativa e repulsiva presente nas duas respostas.

A resposta no pós-teste é mais completa e se aproxima mais do conceito científico. Sinal, nesta categoria, que os alunos responderam o que faz a diferença da força observada ser atrativa ou repulsiva, está no sinal ou tipo de carga, que está carregando o corpo durante a observação do fenômeno.

No pré-teste foram observadas seis respostas similares, enquanto no pós-teste foram observadas trinta e uma respostas similares. Para exemplificar a resposta do pré-teste será utilizada a do aluno C.J., como segue:



“Imagino que quando são dois corpos de cargas diferentes eles se atraem, e quando são dois corpos de mesma carga acontece a repulsão.”(sic)

Fig. 63 – Resposta do aluno C.J. para a questão sete (Q₇)

Para exemplificar o pós-teste, será utilizada a resposta seguinte do aluno M.S.C.:

Objetos que possuem cargas elétricas semelhantes tendem a se atrair. Exemplo: (+,+) se-
 objetos que possuem cargas distintas tendem
 a se repelir.

“Objetos que possuem cargas elétricas semelhantes tendem a se atrair. Exemplo(+,+) já objetos que possuem cargas distintas tendem a se repelir.”(sic)

Fig. 64 – Resposta do aluno M.S.C. para a questão sete (Q₇)

Essa resposta do aluno M.S.C. é parecida com a resposta do aluno C.J., que foi usada como exemplo no pré-teste. Mas, ela foi escolhida para mostrar a diversidade de respostas que foram obtidas nesta categoria de pergunta. Para ilustrar selecionamos a resposta do aluno R.M.S.:

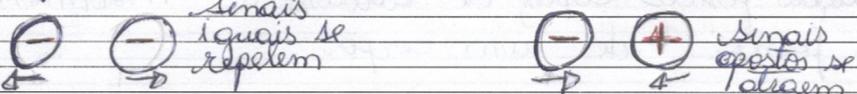
A característica para a atração os objetos tem que
 apresentar cargas diferentes uma positiva e
 outra negativamente carregados ambos.
 Já a repulsiva tendem a ter a mesma
 carga, seja ela positiva ou negativamente
 carregados.

“A característica para a atração os objetos tem que apresentar cargas diferentes uma positiva e outra negativamente carregados ambos. Já a repulsiva tendem a ter a mesma carga, seja ela positiva ou negativa carregados.”(sic)

Fig. 65 – Resposta do aluno R.M.S. para a questão sete (Q₇)

Embora escrita usando de palavras diferentes, o aluno R.M.S. apresenta uma resposta similar à do aluno C.J.

Nesta categoria, também foram observadas as respostas que sugerem que a simulação influenciou na sua elaboração, como pode ser observada na resposta do aluno L.L., a seguir:

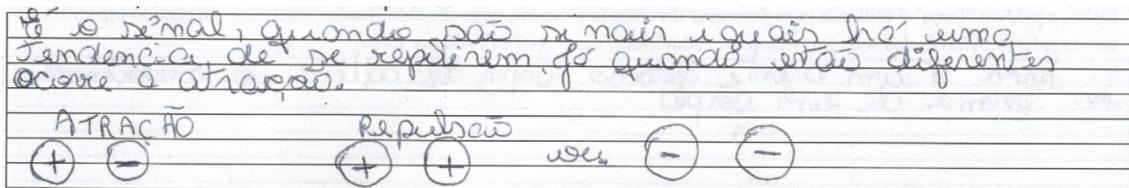
A forma ~~em~~ que os corpos estão carregados:


“A forma em que os corpos estão carregados:

(-) (-) sinais iguais se repelem (-) (+) sinais iguais se atraem.”(sic)

Fig. 66 – Resposta do aluno L.L. para a questão sete (Q₇)

E também do aluno H.K.G., abaixo:



“É o sinal, quando são sinais iguais há uma tendência de se repelirem, já quando estão diferentes ocorre a atração

ATRAÇÃO

REPULSÃO

(+) (-)

(+) (+) ou (-) (-)”(sic)

Fig. 67 – Resposta do aluno H.K.G. para a questão sete (Q₇)

Embora não seja conclusivo, mas é observada que a representação utilizada para exemplificar a resposta destes dois alunos, L.L. e H.K.G. poderiam ter sido inspiradas nas figuras dos pêndulos observados nas aulas de simulação, durante a aplicação da ferramenta, onde os pêndulos carregados com cargas de sinais iguais, sejam elas positivas (+) ou negativas (-), provocariam o afastamento dos pêndulos, enquanto que os pêndulos carregados com cargas de sinais opostos seriam atraídos.

É plausível supor, que o material instrucional, que compreende o organizador e a ferramenta de ensino, além das discussões que foram promovidas nos intervalos entre uma execução e outra da simulação, influenciaram nas respostas dos alunos, visto que até o momento esta foi a questão onde os alunos tiveram o melhor desempenho considerando a relação entre a frequência de respostas propostas dos alunos que são similares a resposta esperada.

Junto à questão quatro (Q₄), a questão cinco (Q₅) e a questão sete (Q₇) são as questões onde os alunos tiveram os melhores resultados, pois nelas, as categorias de respostas similares à resposta esperada, alcançaram frequências maiores até que as respostas consideradas fora de contexto, mostrando que nestas questões, as quantidades de alunos que compreenderam os conceitos trabalhados durante as aulas ao ponto de propor respostas próximas as esperadas nestas perguntas são muito maiores que as frequências observadas nas outras questões propostas.

12.3.8. QUESTÃO OITO (Q₈)

A questão oito (Q₈), foi elaborada com o objetivo de investigar junto aos alunos, qual a interpretação deles em relação à situação, onde dois corpos com quantidades de cargas diferentes interagem, ou seja, como é o comportamento da força nesta situação, partindo da hipótese de que pela terceira lei de Newton, independente de qual dos corpos seja considerado como produtor da ação, a reação será mútua entre eles.

Isso significa que a força observada entre eles, seja de atração ou repulsão, será sempre igual em intensidade.

Analisando os resultados, foram observados que os alunos não parecem ter entendido muito bem, no pré-teste, o que significa a força ser igual, e mesmo depois do uso do material instrucional, parece que a dúvida prevaleceu, pois em nenhuma das respostas analisadas os alunos citaram algo à respeito da terceira lei de Newton com exceção de uma resposta que cita que a força é igual porque ocorre reação.

Mesmo após a aplicação do produto, embora não tenha sido observada uma resposta igual à esperada, foram observadas alterações nas percepções dos alunos em relação à questão proposta, como pode ser observado na Tabela 11.

PRÉ-TESTE (O ₁)		PÓS-TESTE (O ₂)	
Similaridades	Freq.	Similaridades	Freq.
1. A intensidade da força é diferente dependendo da quantidade de cargas	12	1. A intensidade da força é diferente pela quantidade de cargas	1
2. A intensidade da força é diferente dependendo do tipo de cargas	7	2. A intensidade da força é diferente pelo tipo de carga	13
3. A intensidade da força é igual dependendo do tipo ou da quantidade de cargas	2	3. A intensidade da força é igual pelos corpos estarem carregados, independente da quantidade.	2
4. A intensidade da força é igual independente do tipo ou quantidade de cargas	2	4. A intensidade da força é igual por que os corpos estarem em contato	2
5. Fora do contexto	15	5. A intensidade da força é igual pela reação dos corpos.	1
		6. A intensidade da força é igual por que a força é atrativa.	13
		7. Fora do contexto	16

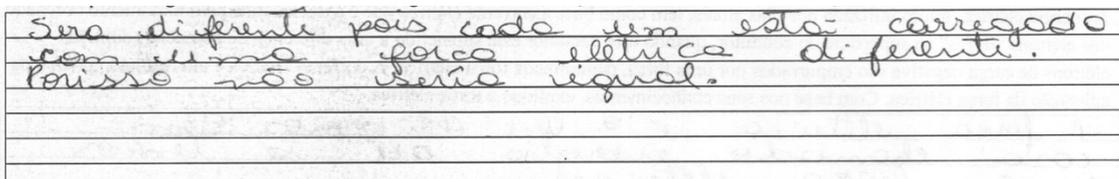
Tab. 11 – Frequências de respostas da questão oito (Q₈) -fonte: Alexandre da Silva

Através das categorias de respostas observadas, é possível verificar que os alunos polarizaram as respostas sobre a intensidade da força elétrica, em duas categorias superiores, que são aquelas, onde os alunos entendem que a intensidade da força elétrica é igual, por algum motivo relacionado, e a outra, onde os alunos entenderem que a força elétrica é diferente.

No pré-teste, as maiores frequências estão relacionadas às categorias de respostas que consideram que a intensidade da força é diferente por conta da quantidade de cargas, ou seja, se as quantidades de cargas dos corpos carregados forem diferentes, a intensidade da força também será. Na outra categoria os alunos entendem que a intensidade da força é diferente em função do tipo de carga, ou seja, se a cargas dos corpos forem diferentes a intensidade da força também será.

A primeira categoria de respostas dos alunos onde é feita a consideração da intensidade da força sendo diferente, obteve frequência de doze respostas similares, enquanto a segunda obteve frequência de sete respostas. Para exemplificar usaremos as respostas dos alunos abaixo.

Na categoria onde a intensidade da força é diferente dependendo da quantidade de cargas, o aluno B.V. respondeu assim:



Sera diferente pois cada um está carregado com uma força elétrica diferente. Por isso não seria igual.

“Sera diferente pois cada um está carregado com uma força elétrica diferente por isso não seria igual.”(sic)

Fig. 68 – Resposta do aluno B.V. para a questão oito (Q₈)

Através da resposta é possível concluir que a força elétrica citada na resposta do aluno é a quantidade de cargas, que cada corpo carregado teria, e segundo ele, por conta desta diferença a força elétrica entre eles seria diferente.

Seguindo esta mesma linha de resposta, o aluno I.M.F. não utiliza a expressão força elétrica como parâmetro, ele usa a expressão potência, vejam:

A potência de um dos corpos será menor.

“A potencia de um dos corpos será menor.”(sic)

Fig. 69 – Resposta do aluno I.M.F. para a questão oito (Q₈)

Embora as duas respostas não tenham a princípio uma relação de escrita, elas têm em comum o significado, mostrando uma parte da diversidade de respostas que foram observadas para esta pergunta.

Na categoria onde a intensidade da força é diferente dependendo do tipo de carga, o aluno K.G.O. propôs a seguinte resposta:

A força elétrica depende da carga e se a carga é diferente a força elétrica será diferente a força elétrica será também.

“A força elétrica depende da carga e se a carga é diferente a força elétrica será também.”(sic)

Fig. 70 – Resposta do aluno K.G.O. para a questão oito (Q₈)

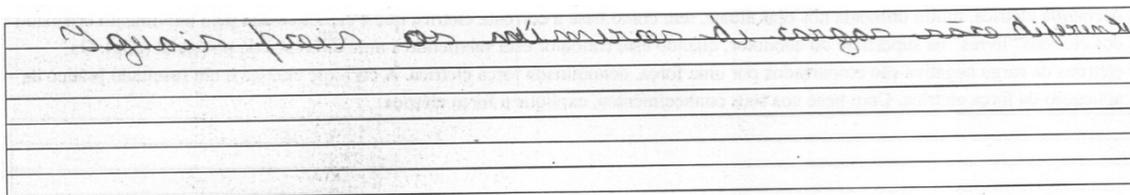
O interessante que pode ser observado, é que em nenhuma das três respostas utilizadas como exemplo, os alunos não explicaram o que faz a força ser diferente, embora em um primeiro momento pareça que eles entendam o termo diferente como uma força repulsiva, como sugere a resposta do aluno K.G.O. afirmando que se as cargas são diferentes a força também será.

Além destas categorias de respostas que consideram a intensidade da força elétrica diferente, foram observadas em menor escala, na frequência de duas respostas em cada categoria. As categorias que consideram a força ser igual, possui uma diferença que trata-se do fato de que as respostas dos alunos que consideram a intensidade da força elétrica igual, o fazem, relacionando com o tipo ou a quantidade de cargas.

Uma categoria de respostas considera que a força elétrica é igual porque as cargas ou os tipos de cargas são iguais, enquanto a outra considera que a força elétrica é

sempre igual independente do tipo de carga ou sua quantidade. Como exemplo serão utilizadas as respostas dos alunos a seguir.

Pela categoria onde a intensidade da força é igual dependendo do tipo ou da quantidade de cargas, obtiveram-se duas respostas, a resposta selecionada é a do aluno R.G.N.:

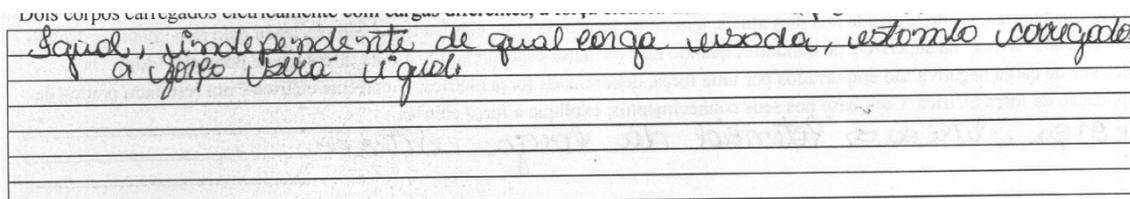


Iguais pois os números de cargas são diferentes

“Iguais pois os números de cargas são diferentes.”(sic)

Fig. 71 – Resposta do aluno R.G.N. para a questão oito (Q₈)

Pela categoria onde a intensidade da força é igual independente do tipo ou da quantidade de cargas, obteve frequência de duas respostas, a resposta selecionada é a do aluno G.L.C.:



Dois corpos carregados eletricamente com cargas diferentes, a força...
Igual, independente de qual carga usada, estando carregado a força será igual

“igual, independente de qual carga usada, estando carregado a força será igual.”(sic)

Fig. 72 – Resposta do aluno G.L.C. para a questão oito (Q₈)

Embora as respostas pareçam iguais elas não são, porque o contexto de cada uma é distinto, pois enquanto a resposta do aluno R.G.N. afirma que a força é igual, vez que as cargas são diferentes, a resposta do aluno G.L.C. afirma que a força será igual independente do tipo ou da quantidade de cargas.

No pós-teste, foi observado que em duas categorias de respostas, as frequências de respostas foram muito maiores que nas demais. Nas categorias onde os alunos responderam que a intensidade da força é diferente pelo tipo de carga, obteve frequência de treze respostas similares, para exemplificar será utilizada a resposta do aluno R.M.S.:

Porque um será carregado eletricamente positiva
e outro carregado eletricamente negativa.
Teram cargas diferentes entre si.

“Porque um será carregado eletricamente positiva e outro carregada eletricamente negativa. Teram cargas diferentes entre si.”(sic)

Fig. 73 – Resposta do aluno R.M.S. para a questão oito (Q₈)

O aluno R.M.S., considera a força ser diferente na situação onde os corpos estariam carregados com cargas de sinais opostos. Não é possível determinar exatamente através da resposta, o que ele entende por força diferente, mas é provável que ele associe a ideia de força diferente pelo fato das cargas terem sinais diferentes.

Ainda na mesma categoria de resposta, o aluno E.M. responde utilizando outra referência. Ele considera a força ser diferente pelo fato de que ocorre a atração ou repulsão e relaciona a força ser igual em caso dos corpos estarem neutros, veja:

Pois se tivessem a mesma força iam ser neutros.

“Pois se tivessem a mesma força iriam ser neutros.”(sic)

Fig. 73 – Resposta do aluno E.M. para a questão oito (Q₈)

Embora a resposta do aluno E.M. utilize expressões e palavras diferentes da resposta do aluno R.M.S., os significados das respostas propostas são semelhantes.

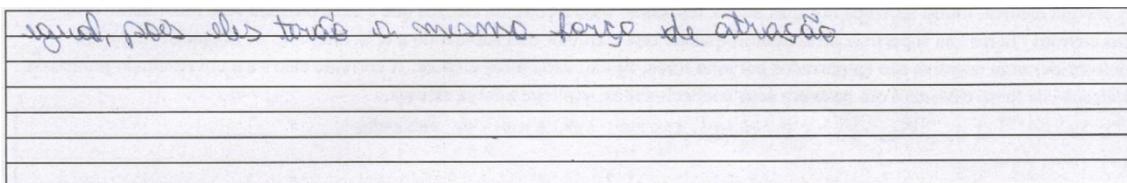
Na categoria de respostas onde os alunos consideram que a intensidade da força é igual porque a força é atrativa, também obteve frequência de treze respostas, sendo o primeiro exemplo a resposta do aluno G.H., o qual considera que a força será igual porque os corpos sofrerão atração:

Porque os dois vai ter a mesma força para se atrair.

“Porque os dois vai ter a mesma força para se atrair.”(sic)

Fig. 74 – Resposta do aluno G.H. para a questão oito (Q₈)

Seguindo a mesma linha de resposta, o aluno R.C.L, faz a mesma observação:



“igual pois eles terão a mesma força de atração.”(sic)

Fig. 75 – Resposta do aluno R.C.L. para a questão oito (Q₈)

É possível supor que a ferramenta poderia ter influenciado na construção desta percepção por parte dos alunos, pois em uma das respostas desta categoria, o aluno R.L.C. não faz uma resposta escrita, mas usa como parâmetro um dos cenários da simulação para justificar sua resposta.

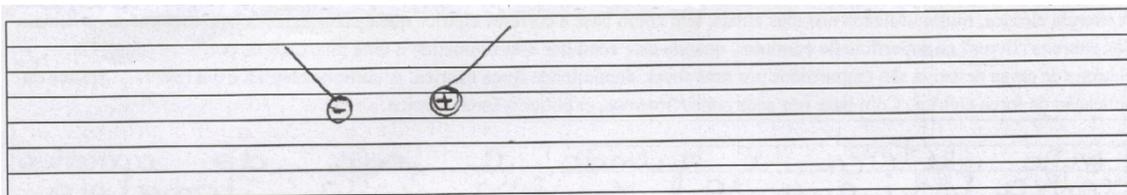


Fig. 76 – Resposta do aluno R.L.C. para a questão oito (Q₈)

Esta Figura mostra dois pêndulos carregados com cargas em quantidades iguais de sinais opostos, como foi apresentado nas aulas durante o uso da simulação (ferramenta/produto) que faz parte do material instrucional utilizado durante o bimestre.

É possível supor, a partir da resposta do aluno R.L.C. que talvez os alunos cujas respostas fazem parte desta categoria de similaridade, estariam tentando justificar a força ser igual, a partir das percepções criadas com a experiência com a simulação.

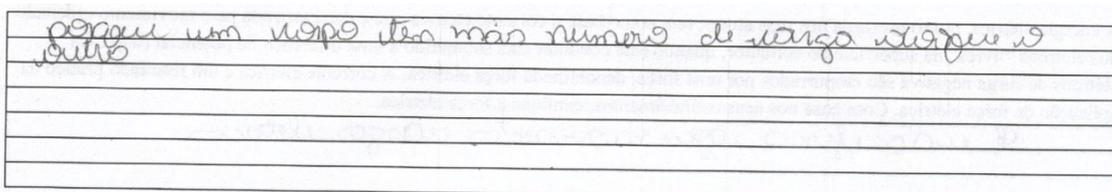
Esta suposição também poderia ser estendida a outra categoria onde os alunos consideraram a intensidade da força como sendo diferente, pois até agora através das respostas utilizadas como exemplo, os alunos têm confundido a força ser igual ou diferente com atração e repulsão.

Considerando agora, as categorias de respostas similares onde as frequências de respostas foram menores que as anteriores, estas categorias são quatro, sendo duas com frequências de duas respostas e duas com frequências de uma resposta. Em três das quatro categorias foi observado através das respostas dos alunos que a força seria igual.

O que muda em cada categoria é o motivo apontado pelos alunos para que a força seja igual.

Apenas em uma categoria a resposta aponta a força como sendo diferente, conforme os exemplos de cada uma das quatro categorias.

Na categoria onde a intensidade da força é diferente pela quantidade de cargas, o aluno L.S. propôs a seguinte resposta:



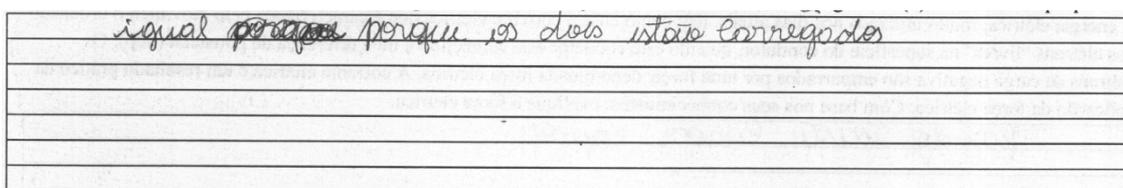
porque um corpo tem mais numero de carga do que o outro

“porque um corpo tem mais numero de cargas do que o outro.”(sic)

Fig. 77 – Resposta do aluno L.S. para a questão oito (Q₈)

O aluno considera que a força seria diferente devido a ambos os corpos estarem carregados com cargas em quantidades diferentes. Esta categoria de resposta está presente no pré-teste com frequência de doze respostas similares, e a redução desta categoria sugere que os alunos reconstruíram o conceito, pois no pré-teste a maioria respondeu que a força seria diferente pela quantidade de cargas, mas agora foram observados através dos resultados do pós-teste, que eles consideram a força diferente devido ao sinal da carga ser diferente.

Na categoria de resposta onde os alunos consideram a força igual pelo fato do corpo estar carregado, o aluno F.A.M. elaborou a seguinte resposta:



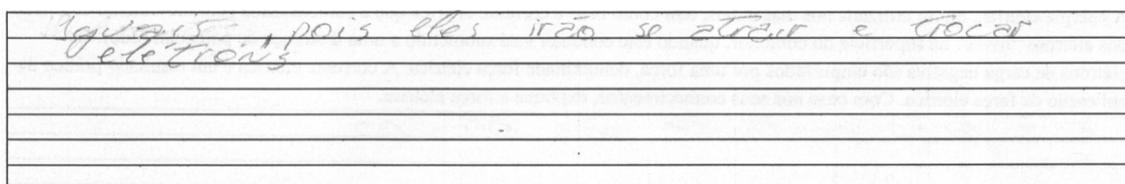
igual ~~porque~~ porque os dois estão carregados

“igual porque os dois estão carregados.”(sic)

Fig. 78 – Resposta do aluno F.A.M. para a questão oito (Q₈)

Esta categoria obteve frequência de duas respostas, e como pode ser observado no exemplo do aluno F.A.M. não está muito bem claro a relação entre o corpo estar carregado e a força ser igual.

Na categoria de resposta onde os alunos consideram a força igual porque os corpos estão em contato, também obteve frequência de duas respostas similares. Para exemplificar será utilizada a resposta do aluno F.T.:



iguais, pois eles irão se atrair e trocar elétrons

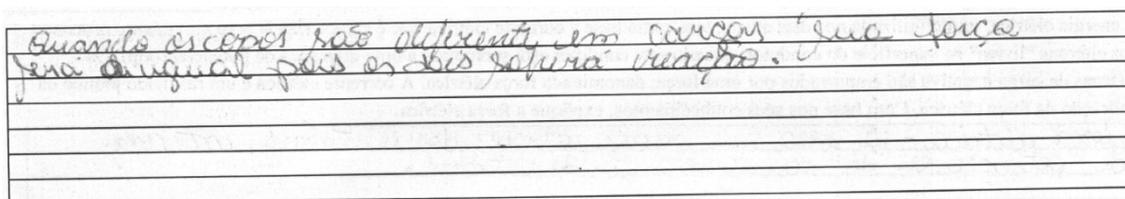
“iguais, pois eles irão se atrair e trocar elétrons.”(sic)

Fig. 79 – Resposta do aluno F.T. para a questão oito (Q₈)

Pela resposta do aluno, podemos supor que ele considera que a força será igual porque depois do contato que ocorrerá entre os corpos, conforme sua resposta, acontecerá uma troca de elétrons fazendo com que os corpos tenham cargas iguais e força iguais.

Embora não esteja escrito claramente, foi esta a compreensão extraída desta categoria.

A categoria de resposta com apenas uma resposta observada é que considera a força ser igual porque ocorre reação. Para exemplificar esta categoria, será utilizada a resposta do aluno D.C.A.:



Quando os corpos são diferentes em cargas sua força será igual pois os dois sofrerão reação.

“Quando os corpos são diferente em cargas sua força será igual pois os dois sofrerá reação.”(sic)

Fig. 80 – Resposta do aluno D.C.A. para a questão oito (Q₈)

Esta é a única das respostas analisadas tanto no pré-teste como no pós-teste em que existe alguma referência a terceira lei de Newton, que é a lei que fundamenta a explicação desta pergunta. Em sua resposta, o aluno afirma que a força será igual, pois, segundo ele, os dois sofrerão reação. Embora a resposta permita supor que o aluno sabe o porquê ocorre a reação, ele não apresentou os argumentos necessários para justificá-la.

Assim como nesta categoria, as outras categorias da questão oito, também carecem de explicações, mostrando que os alunos têm uma grande dificuldade de se expressar sobre a forma escrita. De qualquer forma, assim como aconteceu na maioria das questões anteriores (questão um, dois, três e seis), as respostas propostas da questão oito não conseguiram mostrar que os alunos estavam preparados para respondê-la.

Apesar de ter sido feita uma citação em relação à simulação, foi observado que pelo menos no contexto desta pergunta a ferramenta proposta não produziu o efeito esperado.

Além disso, temos que considerar que os alunos poderiam não ter compreendido a questão elaborada, dificultando a proposição de uma resposta correta.

Alia-se a isso, o fato dos alunos confundirem a intensidade da força ser igual ou diferente com as características de força atrativa ou repulsiva.

Também deve ser lembrado, que os estudantes necessitam demonstrar interesse em relacionar novos conceitos aos preexistentes, e embora não seja possível detectar este tipo de situação, tem que ser levado em consideração o querer do aluno. Mesmo considerando esta suposição, isso não explicaria o fato de os alunos terem dificuldade com apenas uma das oito questões propostas, sendo assim é mais provável que eles não tenham compreendido a pergunta elaborada.

13. INDÍCIOS DE APRENDIZAGEM

Conforme a teoria de aprendizagem de Ausubel, a aprendizagem significativa ocorre por meio do processo de assimilação. Este processo se desenvolve quando uma nova informação se relaciona com a estrutura cognitiva pré-existente do aprendiz, modificando esta estrutura, tornando-a mais específica.

Por meio dos resultados obtidos nos testes aplicados aos estudantes que, participaram da pesquisa com o objeto de aprendizagem proposto neste trabalho foram observados que os resultados do pós-teste foram melhores que os resultados obtidos no pré-teste.

Fazendo uma comparação dos resultados dos testes, levando em consideração apenas os critérios da análise geral, que tem um caráter quantitativo, conclui-se que somente ocorreu aprendizagem dos conceitos relacionados às questões quatro (Q4), cinco (Q5) e sete (Q7), pela evidência de que nestas questões citadas, as quantidades de

respostas parcialmente corretas (PC) e corretas (C) do pós-teste foram muito maiores que as quantidades observadas nas outras questões.

As quantidades de respostas parcialmente corretas e corretas obtidas nas outras questões propostas são um pouco superiores às quantidades obtidas no pré-teste, o que sugere que inicialmente o tratamento realizado com base no objeto de aprendizagem proposto poderia não ser a única influência nos resultados. Embora os efeitos relacionados à validade da pesquisa, associados aos fatores história, maturação e efeitos de testagem, propostos por Campbell, tenham sido minimizados não se pode descartar que a melhora dos resultados, a partir da análise geral, seja reflexo de um fato externo ao produto utilizado.

Levando em consideração, a influências de fatores externos, ainda que minimizados, que poderiam ter influenciado a pesquisa, os resultados da análise individual, onde as respostas são classificadas conforme sua similaridade dentro de um contexto, sugerem que ocorreu assimilação de conceitos em quase todas as questões propostas. Esta afirmação se baseia na comparação realizada nos resultados obtidos na análise individual, mostrando que na maioria das questões propostas, o processo de assimilação ocorreu. A Tabela 12 mostra um esquema relacionando as similaridades, que mais se aproximam das respostas corretas, em cada questão.

Questões	Foco	Pré-teste	Freq.	Pós-teste	Freq.
Q1	Definição geral do conceito de força.	Força relacionada com ação.	7	Força como ação que provoca mudança no estado de movimento ou forma.	15
		Força relacionada com movimento.	6		
Q2	Explicação da força elétrica	Força atrativa ou repulsiva.	10	Força elétrica relacionada a força entre corpos carregados	5
Q3	Apontar o que é necessário para que seja observada a força elétrica.	Quantidade de carga	2	Quantidade de carga	13
Q4	Explicar o que é carga neutra.	Quantidade de cargas positivas e negativas iguais.	3	Quantidade de cargas positivas e negativas iguais.	23
		Elétrons/ânions e prótons/cátions em quantidades iguais.	3		
Q5	Explicar a diferença entre um corpo neutro e um corpo carregado.	Neutro/carregado relacionado à quantidade de cargas.	9	Corpo carregado relacionado à diferença entre as quantidades de cargas positivas e negativas e corpo neutro relacionado à carga nula ou igual	23
Q6	Explicar os processos de eletrização	Retirar ou colocar elétrons.	2	Atrito, contato e indução.	6
Q7	Explicar por que a força elétrica pode ser atrativa ou repulsiva.	Sinal	6	Sinal	31
Q8	Fazer a interpretação sobre a característica da força elétrica na situação em que duas cargas de quantidades diferentes interagem	A intensidade da força é igual independente do tipo ou quantidade de cargas	2	A intensidade da força é igual pelos corpos estarem carregados, independente da quantidade.	2
				A intensidade da força é igual pela reação dos corpos.	1

Tab. 12 – Similaridades que mais se aproximam da resposta esperada em cada questão.

Fonte: Alexandre da Silva

Nesta Tabela estão agrupados os conceitos considerados como parcialmente corretos e corretos apenas, apontando a diferença na categoria de resposta. A comparação entre as similaridades do pós-teste e o pré-teste, mostra que as respostas propostas no pós-teste, estão mais elaboradas chegando a diferenciar detalhes que não são observados no pré-teste.

Estes detalhes, caracterizados por diferenças sutis nas respostas, que desencadeiam em diferenças também sutis em suas categorias de respostas similares

mostram uma mudança da percepção, diferenciação de acordo com Ausubel, por parte dos estudantes que fizeram parte da pesquisa. E, levando em consideração os aspectos relevantes acerca da validade da pesquisa realizada, é possível considerar que a mudança da percepção, caracteriza uma reconstrução conceitual, por assimilação de conceitos, sendo esta reconstrução conceitual um indício de aprendizagem, representada pelas similaridades apontadas na Tabela 12.

Alguns indícios de aprendizagem estão caracterizados pela mudança de percepção pelos alunos, como pode ser observada nas similaridades das questões um (Q1), dois (Q2), cinco (Q5) e seis (Q6), em que as similaridades observadas no pós-teste, não foram observadas no pré-teste ou não traziam em suas construções detalhes mais apurados das respostas, por exemplo, a questão um, foi observada no pré-teste, percepções distintas entre as ideias de força relacionada com ação e movimento.

Já no pós-teste, estas percepções distintas não foram observadas, mas sim uma percepção mais detalhada que relaciona força com ação e movimento e também mudança de forma, caracterizando uma reconstrução conceitual, sendo assim um forte indício de aprendizagem do conceito de força.

É importante ressaltar, que as análises de reconstrução conceitual aqui propostas, estão levando em consideração os sujeitos da pesquisa como um todo, e não procurando fazer apontamentos sobre o que cada aluno respondeu individualmente. Sendo assim, não é possível afirmar a partir das respostas que todos os alunos reconstruíram o conceito a partir de um subsunçor prévio existente em sua estrutura cognitiva, caracterizando assim uma assimilação, ou formaram o conceito a partir de outros conceitos mais gerais.

Outro indício de aprendizagem que foi observado, esta relacionado ao aumento em quantidade das percepções por parte dos sujeitos que participaram da pesquisa. Neste caso, a similaridade já fora observada no pré-teste, o que poderia caracterizar um conhecimento prévio, mas pelas quantidades de respostas observadas nem todos os participantes pareciam possuir este conhecimento presente em sua estrutura cognitiva no início da pesquisa.

Os resultados, após o tratamento com o objeto de aprendizagem, apontam um aumento considerável nas quantidades de respostas da similaridade, caracterizado nas questões três (Q3), quatro (Q4) e sete (Q7). Nestas questões as similaridades não sofreram mudanças consideráveis, do pré-teste para o pós-teste, mas as quantidades de respostas apontam que boa parte dos estudantes assimilou os conceitos necessários para

elaboração da resposta. Isso também é observada na questão cinco (Q5) com o diferencial de que além do aumento considerável na quantidade de respostas, ocorreram mudanças também na categoria de resposta similar.

14. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sobre o desenvolvimento do software, seria interessante que cada professor pudesse elaborar o seu material de acordo com a sua necessidade. No entanto, devido à falta de conhecimento aprofundado acerca das linguagens de programação assim como a falta de cursos preparatórios, fica difícil todos os professores interessados terem acesso às ferramentas de desenvolvimento assim como o conhecimento para usá-las. Mesmo assim, na internet, existe uma série de sites que dispõe de material pronto para usar, cabendo ao professor a tarefa de adaptar o material as suas necessidades.

Sobre a implementação do material, é necessário o conhecimento sobre a associação do arquivo nos ambientes Windows e Linux, para garantir o pleno funcionamento, visto que o objeto foi desenvolvido para trabalhar por meio do navegador de internet.

Sobre a questão de favorecimento da aprendizagem de conceitos, os resultados obtidos a partir da análise dos testes, sugerem que os conceitos que foram apresentados de maneira concreta, sendo visualizados e trabalhados diretamente com o objeto de aprendizagem, com reforço das discussões/reflexões junto aos alunos tiveram uma melhor percepção e posterior assimilação que os conceitos que foram trabalhados de maneira adjacente¹⁸. Durante as aulas com a ferramenta, através das discussões/reflexões no intervalo entre uma simulação e outra, foram trabalhados os conceitos relacionados às oito questões propostas nos testes.

É possível supor que as novas informações exploradas pelos alunos através da ferramenta, de uma maneira concreta sem a necessidade de fazer suposições ou abstrações, foram assimiladas de uma maneira mais eficiente do que os conceitos trabalhados de maneira adjacente.

Isso mostra que, pelo menos para a amostra de alunos, existe a dificuldade na compreensão de conceitos abstratos e, considerando que na eletrostática muitos conceitos são de elevado grau de abstração e de difícil compreensão, o uso de

¹⁸ Adjacente, aqui se refere aos conceitos que foram trabalhados sem relação direta com a ferramenta, ou seja, são os conceitos que foram trabalhados inicialmente no organizador e posteriormente feito a reconciliação integradora, nas discussões ocorridas nos intervalos entre uma simulação e outra.

ferramentas de ensino como simulações semelhantes a esta que foi utilizada se mostra uma ferramenta poderosa na percepção de conceitos abstratos.

No entanto, neste estudo foi observado, a partir dos resultados obtidos nos testes, que o objeto de aprendizagem (OA) favorece na assimilação dos conceitos que envolvem a caracterização de corpos neutros (Q_4), diferenciação entre corpo carregado e corpo neutro (Q_5) e na distinção dos tipos de força elétrica observada (Q_7). Nos outros conceitos abordados que são, o conceito de força (Q_1), definição da força elétrica (Q_2) e a relevância da carga para a observação da força (Q_3), foram observados que o material instrucional que compreende, o organizador assim como a ferramenta, pode ter contribuído, mas os resultados não foram tão contundentes como nas questões quatro (Q_4), cinco (Q_5) e sete (Q_7).

A questão seis (Q_6), que trata dos processos de eletrização, com o maior índice de respostas em branco no pós-teste e a questão oito (Q_8), que trata da aplicação da terceira lei de Newton no caso da força elétrica, a qual obteve o maior índice de respostas incorretas e índice zero de respostas corretas no pós-teste, mostram que somente o material instrucional (organizador + simulação), não foi suficiente para favorecer o processo de aprendizagem nas questões apontadas.

Já na questão seis (Q_6), os resultados sugerem uma possibilidade, além da ineficiência do material instrucional, para o alto índice de respostas em branco poderia indicar que os alunos não se lembravam do que fora trabalhado acerca da questão enquanto que na questão oito (Q_8), os alunos podem não ter compreendido a questão, o que dificultou o processo de elaboração da resposta.

De uma maneira geral, considerando que o material foi eficiente ou não para promover a aprendizagem, o material testado mostrou ser eficiente em algumas questões, podendo ser considerado como potencialmente significativo. Segundo Ausubel, a valer as questões quatro, cinco e sete que são questões relacionadas respectivamente aos conceitos caracterização de um corpo neutro, diferenciação entre um corpo neutro e outro carregado e a relação entre os sinais da carga com o tipo de força observada, assim como também foi pouco eficiente em outras questões, a saber, a questão um dois, três e seis e oito.

Os indícios de aprendizagem mostram que, o produto educacional, composto na metodologia, pode favorecer a aprendizagem, embora os resultados mostrem que mesmo com melhoras nos resultados, nem todos os estudantes atingiram os objetivos em todas as questões propostas. Assim, o produto não é o mais adequado para tratar

todos os conceitos referentes ao conteúdo de eletrostática, ficando a sugestão de se utilizar diversas outras ferramentas disponíveis, sejam elas simulações ou até mesmo experimentos para trabalhar os conceitos que a ferramenta não mostrou ser eficiente.

Assim como a recomendação de Moreira, o uso de vários tipos de materiais diferentes, rigorosamente selecionados para serem trabalhados em conjunto é um princípio facilitador da aprendizagem.

Observando a grande diversidade de materiais disponíveis, e fundamentado pela teoria de aprendizagem significativa de Ausubel e os princípios facilitadores de Moreira, a continuidade deste trabalho se dará em fazer sugestões de organização hierárquica dos conteúdos do ensino médio dentro da proposta da teoria de Aprendizagem, utilizando objetos de aprendizagem. Este material será elaborado para professores que tenham interesse em utilizar as tecnologias dentro da proposta das teorias de aprendizagem significativa e crítica.

15. BIBLIOGRAFIA

LIVROS

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**, Tradução para o português de Eva Nick ET al., da 2ª edição de **Educationalpsychology: acognitiveview**. Rio de Janeiro; Interamericana, 1980

AUSUBEL, D.P. **EducationalPsychology: A CognitiveView**. New York, Holt, Rinehart and Winston, 1969.

CAMPBELL, D. T. e STANLEY J. C. (1979) **Delineamentos quase-experimentais de pesquisa**. Editora Pedagógica e Universitária Ltda., São Paulo traduzido por Renato Alberto Di Dio do original *Experimental andquasi-experimental designs for research* (1966).

MOREIRA, M. A. (2005/2010) **Aprendizagem Significativa Crítica** - Instituto de Física UFRGS, Porto Alegre, 2010.

GOLÇALVES FILHO, Aurélio; TOSCANO, Carlos. **Física e realidade: Ensino médio Física 1**. 1ª Edição. São Paulo. Scipione, 2010.

GOLÇALVES FILHO, Aurélio; TOSCANO, Carlos. **Física e realidade: Ensino médio Física 3**. 1ª Edição. São Paulo. Scipione, 2010.

ARTIGOS

AUSUBEL, D. P. **A Aprendizagem Significativa: A Teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

BARSOTTI, D. C.; PEREIRA, R. C. T.; GARCIA, D. **Relato do Uso de Simulação Computacional com Modelagem Matemática em Aulas de Cinemática no Ensino Médio**. enrede.ufscar.br, 2010.Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo, 2010.

Disponível em: http://www.enrede.ufscar.br/participantes_arquivos/E2_Barsotti_Pereira_RE.pdf

Acesso: 27/06/2012

CABRAL, J. R. R.; Carvalho, C. M. C.; FILHO, J. A. C.; CASTRO, A. M. B. **Uma metodologia alternativa para o ensino de Física: O uso de simuladores e sensores na busca de uma aprendizagem significativa**. XX Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2013. Universidade Federal de São João Del Rei/Departamento de Ciências, São Pulo, São Paulo, 2013.

Disponível em: http://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/pibidfisica/Trabalhos%20Divulgados/XX%20SNEF/Jessica_e_Cristiane_-_XX_SNEF.pdf - acesso: 26/06/2013.

FIOLHAIS, C. & TRINDADE, J. **Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das Ciências Físicas**. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 25, n.3, p.259-272, set. 2003.

Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v25n3/a02v25n3.pdf> - acesso: 29/06/2013

GUERRA E. P. M.; XAVIER A. F. S.; VASCONCELOS F. H. L.; FILHO, J. A. C.; PEQUENO, M. C. **Uma Análise Semi-Quantitativa da Validação de um Objeto de Aprendizagem para a Compreensão de Conceitos Termodinâmicos no Ensino Médio**. Anais do XXXVIII Congresso da SBC, Belém do Pará, Pará, 2008.

Disponível em: <http://br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/1009/995> - acesso: 25/06/2012

JOURIS, I. ; FAGAN, S. B. ; PORTO, A. V. L. Desenvolvimento e Avaliação de um objeto de Aprendizagem sobre o Custo do Banho para Ensino de Física. **RENOTE. Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 6, p. 1-10, 2008.

Disponível em: <http://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/14484/8403> - acesso: 08/12/2013

MACÊDO, J. A.; DICKMAN, A. G. **Simulações computacionais como ferramentas auxiliares ao ensino de conceitos básicos de eletricidade**. In: Simpósio Nacional de ensino de Física, 18., 2009, Vitória. Atas... São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2009. P.1-12.

Disponível em: http://www.cienciamao.if.usp.br/dados/snef/_simulacoescomputacionais.trabalho.pdf – acesso: 20/08/2012

MEDEIROS, A; MEDEIROS, C. F. **Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da física.** Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 77-86, jun. 2002.

Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v24n2/a02v24n2.pdf> - acesso: 29/06/2012

MELO FILHO, I. J.; ROLIM, A. L. S.; CARVALHO, R. S. – **A tecnologia como organizador prévio: uso de objetos de aprendizagem no ensino da eletricidade.** 1º Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, 2009.

Disponível em: http://www.pg.utfpr.edu.br/sinect/anais/artigos/Ensinodefisica/Ensinodefisica_Artigo4.pdf - acesso: 25/06/2012

MOREIRA, Marco Antônio. **Recopilação de trabalhos publicados ou apresentados em congressos sobre o tema Métodos Qualitativos e Quantitativos a fim de subsidiar metodologicamente o professor investigador, em particular da área de ensino de ciências.** Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, Brasil, 2009.

Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios11.pdf> - acesso: 25/06/2013

OLIVEIRA JÚNIOR, F. M.; ASSIS JÚNIOR, Dr. P. C.; FRANÇA FILHO, L. R.; ROCHA, S. G.; SILVA, C. V. **O uso de simulações computacionais como ferramenta de ensino e aprendizagem de circuito elétrico RC.** Encontro Nacional de Educação Ciência e Tecnologia. Universidade Estadual da Paraíba-UEPB, Monteiro, Paraíba, 2012.

Disponível em: http://editorarealize.com.br/revistas/enect/trabalhos/Poster_567.pdf - acesso: 24/05/2013

OLIVEIRA, P.R.S. **A Construção Social do Conhecimento no Ensino-Aprendizagem de Química.** In Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Bauru, São Paulo, 2003.

Disponível em: <http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/ivenpec/Arquivos/Painel/PNL007.pdf> - acesso: 14/06/2012

PASTORIO, D. P.; ALVES, J.; SAUERWEIN, I. P. S.; SAUERWEIN, R. A. **Investigação do uso de um software computacional na análise gráfica em atividades didáticas na disciplina de física no nível médio.** XVI Seminário Interinstitucional de Ensino, pesquisa e extensão. Cruz Alta, Rio Grande do Sul, 2011. Disponível em: http://www.unicruz.edu.br/16_seminario/artigos/agrarias/INVESTIGAC%C3%87%C3%83O%20DO%20USO%20DE%20UM%20SOFTWARE%20COMPUTACIONAL%20NA%20AN%C3%81LISE%20GR%C3%81FICA%20EM%20ATIVIDADES%20DID%C3%81TICAS%20NA%20DI.pdf – acesso: 12/06/2013

PIRES, M. A.; VEIT, E. A. **Tecnologias de Informação e Comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de Física no Ensino Médio.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, p. 241, 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-11172006000200015&script=sci_arttext – acesso: 09/12/2013.

PIRES, M. A.; VEIT, E. A. **Uma análise preliminar sobre o uso de tecnologias de informação e comunicação como meio de ampliar e estimular o aprendizado da Física.** Encontro Nacional De Pesquisa Em Ensino De Física, 9, 2004, Jaboticatubas, Rio de Janeiro, Anais... Rio de Janeiro: SBF, 2004. Disponível em: http://www.cienciamao.if.usp.br/dados/epef/_umaanalisepreliminarsobr.urldotrabalho.pdf – acesso: 14/06/2013.

REBELO, A. P.; RAMOS, M.G. **Simulação computacional e maquetes na aprendizagem de circuitos elétricos: Um olhar sobre a sala de aula.** Experiências em Ensino de Ciências – V4(1), pp.23-33. Mestrado em Educação em Ciências e Matemática/ PUCRS, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2009. Disponível em: http://www.cienciamao.if.usp.br/dados/eenci/_simulacaocomputacionalem.artigo completo.pdf – acesso: 26/06/2012

REIS, M. A. F.; NETO, A. S. A. **Aprendizagem das leis de conservação com apoio de simulações computacionais**. IV Encontro Nacional de Pesquisa Em Educação De Ciências, p.1 – 4, Canoas, Rio Grande do Sul, 2004.

Disponível em: <http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/ivenpec/Arquivos/Painel/PNL065.pdf> - acesso: 14/06/2012

RESENDE, F.; SILVA, A.M.B.; BARROS; S.S. **Interações de estudantes com representações gráficas de fenômenos físicos**. Atas do XV Simpósio Nacional de Ensino de Física CO-6-017, p.2214-2224, 2002.

Disponível em: <http://nutes2.nutes.ufjf.br/coordenacao/textosapoio/tap-newton-pc-03.pdf> - acesso: 14/06/2013.

SOEGENG, R. **Simple Simulation in Physics Education**. Proceedings from the 4th Australian Computers in Physics Education Conference. Freemantle. 27 Set - 2 Oct 1998.

TAVARES, R; RODRIGUES, G. L., SANTOS, J. N.; ANDRADE, M. **Eletromagnetismo: objetos de aprendizagem e a construção de significados baseados em um ambiente de múltiplas representações**. Centro Federal de Educação Tecnológica da Paraíba (CEFET-PB), João Pessoa, Paraíba, 2008.

Disponível em: http://www.proativa.virtual.ufc.br/sbie/CD_ROM_COMPLETO/sbie_posters/Eletromagnetismo.pdf - acesso: 25/06/2012

TRAMPUS, M. & VELENJE, G. **Let Computers Compute - Mathcad and Word in Secondary School Physics**. Proceedings of the GIREP-ICPE-ICTP International

ZEDINIK, H.; TAROUCO, L. M. R; GUERRA, E. P. M.; PINHEIRO, A. C. M. Uma Aventura Dinâmica: **estudo de caso aplicado ao ensino de física**. Anais do XXII SBIE - XVII WIE, Aracajú, Sergipe, p. 2262-2271, 2011.

Disponível em: <http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/wavalia/2011/006.pdf> – acesso: 12/06/2013

DISSERTAÇÕES/TESES

ALMEIDA MORAES, M. B. dos S. **Uma proposta para o ensino de eletrodinâmica no ensino médio.** Dissertação de mestrado, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, 2005.

Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/6119/000525245.pdf?sequence=1> – acesso: 27/06/2012

ARAÚJO, Ives Solano. **Um Estudo sobre desempenho dos alunos de Física usuários da ferramenta computacional Modellus na interpretação de gráficos em cinemática.** Dissertação de Mestrado, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.

Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/2251/000366639.pdf?sequence=1> – acesso: 25/06/2012

BULEGON, A. M. **Contribuições dos objetos de aprendizagem, no ensino de Física, para o desenvolvimento do pensamento crítico e da aprendizagem significativa.** Centro de Estudos Interdisciplinares em Novas Tecnologias na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, 2011.

Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/39666/000826400.pdf?sequence=1> – acesso: 26/06/2013

GONCALVES, L. J.; **Uso de Animações visando a aprendizagem significativa de Física Térmica no ensino médio. 2005.** Dissertação de Mestrado em Física – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/5581/000472616.pdf?sequence=1> – acesso: 27/06/2012

Heckler, V. M. **Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica.** Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS- 2004.

Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/6510/000486267.pdf?sequence=1> - acesso: 25/06/2012

JUNIOR, M. R. M.; **Introdução ao uso da informática no ensino de Física no Ensino Médio**. Dissertação de mestrado, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/6892/000491877.pdf?sequence=1> – acesso: 27/06/2012

PINTO, H. H. A. **Uma proposta de ensino de mecânica no ensino médio contextualizado com a astronomia e a astronáutica**. Dissertação de mestrado. Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

Disponível em: http://dippg.cefet-rj.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=1146&Itemid=167 – acesso: 29/06/2013

SOUSA, J. M.; **Objetos de aprendizagem e o ensino de conceitos de eletromagnetismo no ensino médio**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Itajubá, Minas Gerais, 2012.

Disponível em: <http://juno.unifei.edu.br/bim/0039931.pdf> - acesso: 29/06/2013

OUTRAS REFERENCIAS

BEICHNER, R. J. **The impact of video motion analysis on kinematics graph interpretation skills**. American Journal of Physics, Woodbury, v,64, n.10, p. 1272-1277, Oct. 1996

CAMPBELL, D. T.; STANLEY, J. C. **Experimental and quasi-experimental designs for research on teaching**. In: GAGE, N. L. (ORG). Handbook of research in teaching. Chicago: RandMcNally, 1963. P. 171-246.

DELIZOICOV; Demétrio; ANGOTTI, José André Peres. **Metodologia do ensino de ciências**. 2ª Ed. São Paulo: Cortez, 1994.

HALLOUN, I. **Schematic modeling for meaningful learning of physics**. Journal of Research in Science Teaching, New York, v. 33, n. 9, p. 1019-1041, Nov. 1996.

JONASSEN, D. **Computers in classroom: mindtools for critical thinking**. A Simon & Schuster Company. EnglewoodCliffs: New Jersey, 291 p. 1996^a

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999.

PIAGET, J. *Estudos sociológicos*. Rio de Janeiro: Editora Forense, 1973.

VEIT, E. A.; TEODORO, V. D. **Modelagem do ensino aprendizagem de Física e os novos parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio**. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v.24, n. 2, p. 87-96, Jun. 2002.

APENDICE – A

O PRODUTO – A FORÇA ELÉTRICA NOS PÊNDULOS.

16. PÊNDULOS ELETROSTATICOS

16. 1. INTRODUÇÃO

O objeto de aprendizagem (OA) desenvolvido e testado, durante esta pesquisa, foi elaborado como um material de apoio alternativo para auxiliar o professor, na apresentação dos conteúdos de eletrostática. Através deste material o professor poderá facilitar a compreensão por parte do aluno dos diversos conceitos relacionados à eletrostática.

Por ser um material de apoio alternativo, ele foi elaborado para ser utilizado junto a outros objetos sejam eles, experimentos ou aulas com multimídia, mas também como material de apoio as aulas expositivas tradicionais introdutórias.

Pelos testes realizados este objeto não pode ser utilizado como um material introdutório, visto que ele necessita que os alunos tenham alguns conhecimentos iniciais a fim de compreender o que será observado durante seu uso.

O objeto de aprendizagem (OA) desenvolvido e testado no decorrer deste trabalho é um conjunto de três simulações inspiradas nos exercícios de cálculo de força entre cargas através da fórmula originada a partir da lei de Coulomb. Nestas simulações duas cargas são suspensas por fios e estes fios estão presos na parte superior de um anteparo em azul, à fixação dos fios esta representada pela cor vermelha.

A ativação da simulação bem como a troca de situações é feita através de botões, sendo: avançar, retornar a anterior e outro para ativar.

As simulações foram desenvolvidas em linguagem flash, com elementos de Action Script 3.0, através do software de desenvolvimento ADOBE FLASH CS6, pois o flash pode ser utilizado através de um navegador sem necessidade de um sistema operacional específico. Estas simulações foram desenvolvidas, levando em consideração uma relação de semelhança entre os conceitos trabalhados, de modo a favorecer a diferenciação progressiva e reconciliação integradora dos conceitos, processos que fazem parte do esquema de assimilação da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (1963).

Antes de fazer o uso das simulações foi utilizado um organizador para fazer uma introdução ao conteúdo estudado e posterior aplicação do produto. Durante a aplicação

do produto foi utilizado um questionário inspirado na metodologia P.O.E. onde os estudantes deveriam tentar descrever o fenômeno antes de utilizar a simulação e após observação da mesma fazer a comparação entre sua descrição anterior e o que foi observado após a simulação.

O produto, em seu desenvolvimento, foi dividido em três partes¹⁹, a primeira parte refere-se a construção dos conceitos de corpo neutro e corpo carregado e a interação resultante nas diversas variações da situação de carga ou neutralidade dos objetos envolvidos na simulação. Já a segunda parte, mostra as interações de atração e repulsão, que ocorrem quando os objetos (corpos?) estão carregados com cargas de sinais iguais e diferentes. A terceira parte é similar a segunda, contudo propõe comparar as situações de atração e repulsão entre eles em duas situações: ambos possuem a mesma quantidade de carga e com quantidades de cargas diferentes. Cada uma das situações está planejada para uma aula de 50 minutos.

16. 2. O DESENVOLVIMENTO

Muito antes de pensar em fazer o desenvolvimento, foi realizada uma pesquisa em vários repositórios de objetos de aprendizagem, a procura de objetos que pudessem ser utilizados para trabalhar os conceitos necessários. Embora os repositórios estejam recheados de objetos muito bem elaborados e sofisticados tanto do ponto de vista da estética como do ponto de vista da interação, eles carecem, por exemplo, de sugestões de aplicação. Durante a procura não foram encontrados objetos que representassem pêndulos eletrostáticos, com possibilidade de alteração do tipo e quantidade de carga e controle do início da observação do fenômeno.

Por falta de disponibilidade de um material que apresentasse estas características, optamos por desenvolvê-lo. Na Figura 1 apresentamos um dos cenários da simulação indicando seus componentes e características. Como são trabalhados alguns fenômenos diferentes e por utilizar diferentes representações de sinais de cargas que provocam efeitos diferentes se fez necessária utilização de controles através de botões que nos desse o domínio do início e o fim da animação.

¹⁹ Partes: As partes as quais o texto faz referencia são na verdade arquivos que o objeto está dividido, onde cada arquivo compreende uma parte do objeto.

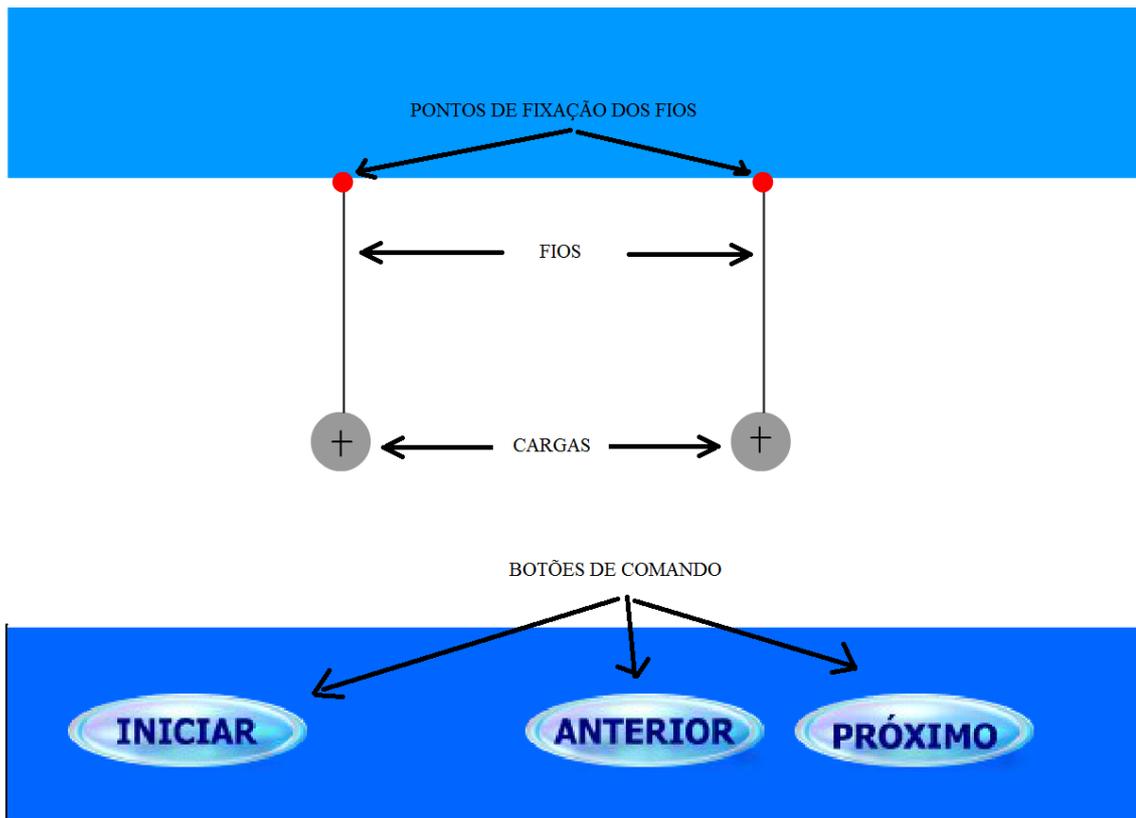


FIG. 1 – IDENTIFICANDO OS COMPONENTES.

16. 3. CONFIGURAÇÕES E FUNCIONAMENTO

O funcionamento da simulação é bem simples assim como sua operação. Para executar a simulação basta executar um duplo-clique com o mouse sobre o arquivo, que será aberta a janela do navegador, que, por exemplo, pode ser o navegador Internet Explorer da Microsoft, para sistemas Windows²⁰. Para sistemas Linux²¹ o navegador mais amigável é o Mozilla Firefox.

Foi observado que tanto no ambiente Windows como no ambiente Linux a simulação não tem um aplicativo para executar diretamente a simulação, de maneira satisfatória, por isso a associação com o navegador é necessária para um melhor funcionamento.

Nos ambientes Windows a associação deve ser com um clic, com o botão da direita do mouse sobre o arquivo (simulação) que se deseja executar. Abrirá uma barra de

²⁰Windows: O sistema operacional Windows 7, vem com um software próprio para executar aplicativos em flash mas nos testes este software se mostrou incompatível com a simulação, por isso o uso do navegador.

²¹Linux: O teste da simulação em sala de aula foi feita em um sistema chamado Linux educacional, e teve a melhor resposta de funcionamento no navegador Mozilla Firefox.

menus. Após a abertura da barra, movimentando o mouse até o menu “abrir com”, provocando a abertura de outro menu, no qual aparecerá a opção do navegador, assim selecione com um clique no botão de ação do mouse (botão esquerdo).

No ambiente Linux o processo é semelhante. Partindo da ideia que o arquivo não está associado a nenhum programa. Após executar o duplo-clique no arquivo o sistema automaticamente irá abrir um menu com aplicativos conhecidos e pedirá para escolher um programa. Selecione a opção internet e depois o programa para executar, neste exemplo é o Navegador web Firefox conforme a figura 3.

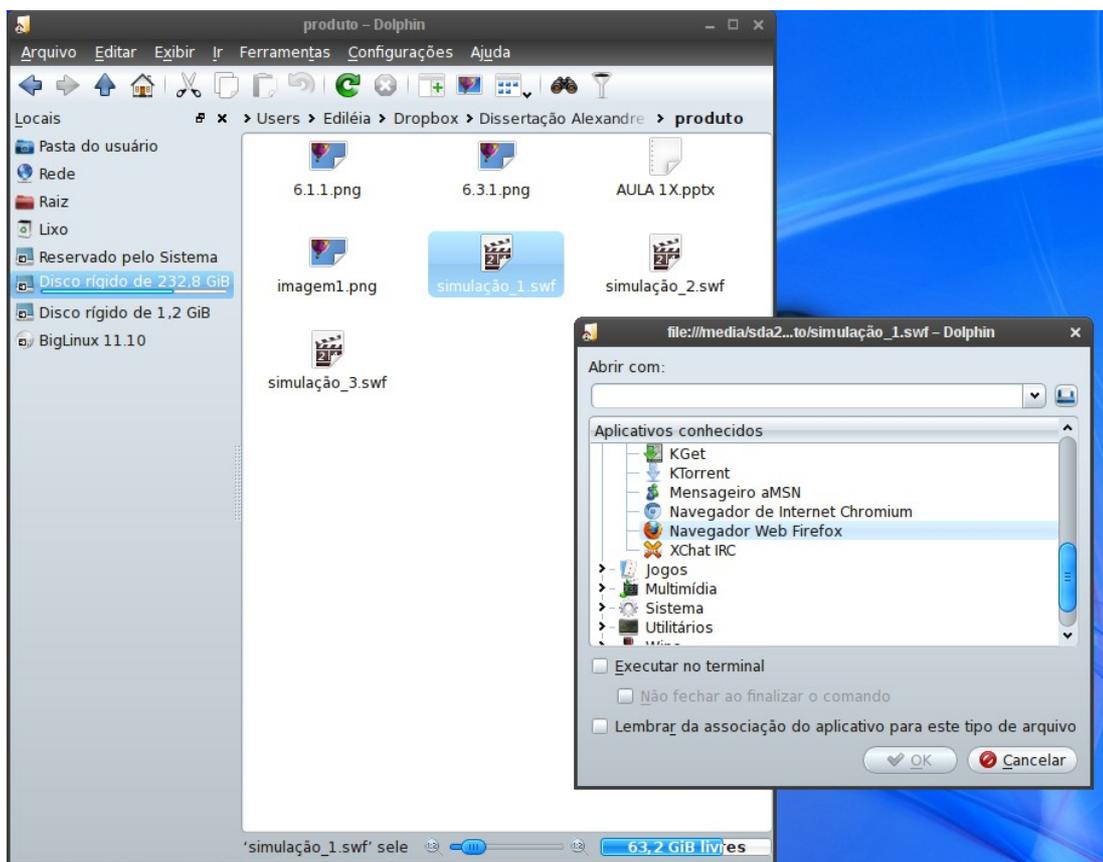


Fig. 3 - Sequencia para navegador Firefox em sistema operacional Linux.

Para a execução da simulação associada ao navegador basta marcar a caixa do aplicativo, “lembrar da associação do aplicativo para este tipo de arquivo”, após feito isso basta confirmar clicando no botão “ok”. Após fazer a associação, os arquivos de simulação serão executados nas janelas do navegador prontos para serem operados.

Cada simulação é controlada por botões, que por sua vez possuem funções específicas. O botão “iniciar” executa o fenômeno a ser observado. Por exemplo, no

caso da força atrativa os pêndulos irão se aproximar e no caso da força repulsiva se afastarão. Lembrando que o efeito do movimento só poderá ser observado nos cenários²² onde ambos os pêndulos estiverem eletricamente carregados. Nas outras situações não ocorrerá movimento. A figura 4 mostra duas imagens da simulação, antes (a) e depois (b) de executar o botão iniciar.

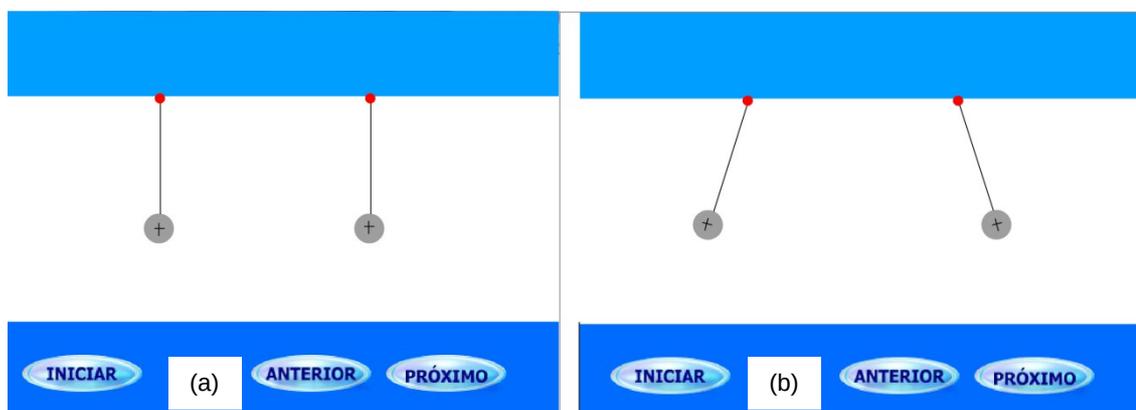


Fig. 4—pêndulos carregados positivamente

A utilização de um botão para iniciar é importante, pois é uma forma de controle da atividade, caso clique novamente no iniciar a simulação recomeça do início novamente. Os outros botões, “próximo” e “anterior”, têm a função de substituir o cenário. Dentro da sequência do desenvolvimento cada cenário foi pensado para trabalhar uma determinada relação entre conceitos e o uso dos botões dinamiza o processo de trabalho, não sendo necessário fechar e abrir outros arquivos durante a aplicação. O botão “próximo” avança o cenário para uma situação posterior enquanto o botão “anterior” faz com que a simulação retorne ao cenário anterior, podendo ser visto e revistos varias vezes.

16.4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A educação no modelo tradicional pressupõe que o aprendizado está relacionado à aquisição e retenção do conhecimento, não levando em consideração os interesses, tão pouco as capacidades intelectuais dos sujeitos mais interessados no processo que no caso são os alunos.

Como o avanço social, principalmente na parte tecnológica o acesso a informação se tornou muito mais rápido e esta modernidade que surgiu com a popularização dos computadores através da internet tem cativado nossos jovens e assim o uso do

²²Cenário: É a tela onde está sendo apresentada a simulação, cada arquivo tem três cenários, onde as situações se diferenciam progressivamente, dentro de uma relação conceitual.

computador, como ferramenta participante do processo de ensino tem se mostrado uma forma muito atraente de chamar a atenção dos estudantes.

Mas, somente a utilização dos computadores não basta para fazer o ensino ser um sucesso. Dentro do contexto educacional o computador não pode ser tratado como ‘o’ diferencial metodológico, mas sim uma parte do processo. Nesta perspectiva não podemos ignorar que o uso de uma teoria de aprendizagem se mostra ferramenta importante no processo de ensino, pois embora não possa nos dizer como ensinar pode nos apontar caminhos viáveis para fazê-lo de maneira mais eficiente. Neste trabalho foi adotada a teoria de aprendizagem de Ausubel que segundo ele:

um processo através do qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante já existente na estrutura cognitiva do indivíduo. Este processo envolve a interação de uma nova informação com uma informação já existente²³ na estrutura de conhecimento do indivíduo (AUSUBEL, 1980, p.35).

Em sua forma mais simples a teoria de aprendizagem significativa implica na aquisição de novos conceitos. Estes conceitos devem se relacionar com a estrutura cognitiva preexistente do indivíduo. A essência do processo de aprendizagem significativa é que as ideias expressas simbolicamente sejam relacionadas às informações previamente adquiridas pelos alunos de uma maneira não arbitrária, onde ele manifeste uma intenção de fazer esta relação entre os novos conceitos e os conceitos preexistentes e ainda que o material utilizado seja potencialmente significativo (AUSUBEL, 1980, p. 35).

Através dos princípios de diferenciação progressiva²⁴ e reconciliação integradora²⁵, os novos conceitos são internalizados agregando a estrutura cognitiva preexistente tornando-se uma estrutura mais rica e mais organizada. Para Ausubel,

²³Subsunçor: Segundo Ausubel o subsunçor seria as informações que já fazem parte da estrutura cognitiva do indivíduo, e dentro da hierarquia conceitual seriam os conceitos mais específicos, também chamados também de conhecimento prévio.

²⁴Diferenciação progressiva: Organização dos assuntos iniciando das ideias mais gerais e mais inclusivas da disciplina sendo apresentados em primeiro lugar, sendo então diferenciados progressivamente em termos de detalhe e especificidade. Esta ordem de apresentação corresponde a sequencia natural de aquisição da consciência e sofisticação do conhecimento organizado que é armazenado no sistema cognitivo humano.

²⁵Reconciliação integradora: Esta pratica considerada pedagogicamente satisfatória, inibe o esforço no sentido de explorar explicitamente as relações entre as ideias, de assinalar semelhanças e diferenças significativas, e de reconciliar inconsistências reais ou aparentes.

A natureza e condições da aprendizagem receptiva significativa exigem um tipo de aula expositiva que leve em consideração os princípios da diferenciação progressiva e integração que caracterizam a aprendizagem, a retenção e a organização do conteúdo acadêmico na estrutura cognitiva do aluno. O primeiro princípio afirma que grande parte da aprendizagem e toda a retenção e organização dos assuntos são fundamentalmente hierárquicos, procedendo de cima para baixo em termos de nível de abstração, generalização e abrangência. A integração entre os assuntos é facilitada nas aulas expositivas se o professor e/ou os recursos didáticos disponíveis anteciparem explicitamente o emaranhado de semelhanças e diferenças entre as novas ideias relevantes e as preexistentes na estrutura cognitiva de cada aluno (AUSUBEL, 1980, p. 97).

Ausubel, quando se refere à hierarquia, defende que a forma de organização das ideias que ocorre na mente dos seres humanos pode ser comparada a uma grande “estrutura” (estrutura cognitiva) onde as ideias mais gerais, mais inclusivas, que se colocam no topo da estrutura, e estas se ligam as ideias mais específicas, menos inclusivas, que se colocam abaixo da mesma. Quando um material de ensino é apresentado, estas novas ideias se aloca, por semelhança, nos níveis de abstração, generalização e abrangência, a esta estrutura, provocando assim sua modificação e/ou reorganização. À medida que ocorre o aprendizado o material é incorporado à estrutura cognitiva interagindo com a estrutura existente, sendo a aquisição de novos conceitos o resultado desta interação.

Mas para que isso ocorra, a teoria pressupõe que o material instrucional seja potencialmente significativo²⁶, que o aluno tenha predisposição para a aprendizagem, ou seja, uma predisposição para relacionar de forma não arbitrária²⁷ e substantiva²⁸, o novo

²⁶Material potencialmente significativo: Material desenvolvido de modo a se relacionar de maneira não arbitrária e substantiva a estrutura cognitiva.

²⁷Relação não arbitrária: *implica simplesmente que se o material propriamente dito exibe um caráter suficientemente não arbitrário (um caráter aleatório) por que existe uma base adequada e quase auto evidente para relacioná-lo de forma não arbitrária aos tipos de ideias correspondentemente relevantes que os seres humanos são capazes de aprender.*

²⁸Relação substantiva: *implica que se o material de aprendizagem for mais uma vez suficientemente não arbitrário, permitirá que um símbolo ou grupo de símbolos ideacional mente equivalentes se relacionem à estrutura cognitiva sem qualquer alteração resultante no significado. Desse modo o mesmo conceito ou proposição pode ser expresso através de uma linguagem sinônima que vai remeter exatamente ao mesmo significado sem provocar uma mudança do significado na estrutura preexistente, por exemplo, para uma pessoa que tem um conhecimento elementar de aritmética $\frac{1}{2}$ e 0,5 se equivalem. (Ausubel, 1980 – p.37 e 38).*

material a estrutura cognitiva. Dessa forma para que haja a aprendizagem nos moldes que Ausubel defende, é importante levar em consideração o que o aluno já sabe, pois dessa forma a relação entre as novas ideias e as já existentes na estrutura cognitiva do aluno ocorrerão de maneira mais eficiente.

Durante este processo de interação entre as novas ideias e as já existentes, ocorrem mudanças tanto na nova informação como na informação preexistente criando uma informação produto da interação. Este processo de reestruturação da estrutura cognitiva resulta na diferenciação progressiva de conceitos e/ou proposições existentes na estrutura cognitiva provocando um refinamento dos significados e assim tornando a estrutura melhor preparada para receber novas informações e propiciar a aprendizagem significativa de uma maneira mais eficiente.

Ausubel afirma que esse processo ocorre por assimilação de conceitos. A assimilação de conceitos é um processo onde um novo conceito “a”, potencialmente significativo é assimilado sob uma nova ideia ou conceito mais inclusivo “A” já existente na estrutura cognitiva, o produto é um novo conceito gerado a partir da modificação dos dois conceitos participantes do processo “A’a’”. Assim sugere que a assimilação tenha um efeito facilitador na retenção de novos conhecimentos.

Ele, ainda sugere como um método válido para uma aplicação da reconciliação integradora o uso de organizadores, sendo desenvolvidos de forma a relacionar explicitamente as ideias previamente aprendidas com as novas ideias e informações na tarefa de aprendizagem. Esta manobra efetua uma grande economia de esforço no processo de aprendizagem evita o isolamento de conceitos essencialmente similares em compartimentos separados, incomunicáveis, e desencoraja a proliferação de termos múltiplos para apresentar ideias ostensivamente diferentes, mas essencialmente equivalentes. Além disso, os organizadores aumentam a capacidade de discriminar as diferenças genuínas entre os novos materiais de aprendizagem e ideias aparentemente análogas, mas muitas vezes conflitantes no cognitivo do aprendiz (Ausubel, 1980 – p. 163).

16.5. O CONTEÚDO ABORDADO

O conteúdo acadêmico que está associado a este objeto (simulação) é o conteúdo de eletrostática, vale lembrar que dentro da teoria de aprendizagem significativa de

Ausubel o conteúdo deve ser organizado de maneira hierárquica, ou seja, organizado de cima pra baixo em níveis de abstração, generalização e abrangência. Nestas circunstâncias o conteúdo mais geral é apresentado primeiro e depois os outros conteúdos de acordo com os níveis de abstração, generalização e abrangência.

Antes de trabalhar com a simulação foi elaborado um material introdutório sobre a forma de organizador de modo a preparar subsunçores que facilitassem a ancoragem das novas ideias às preexistentes na estrutura cognitiva dos estudantes.

Neste contexto, trabalhar com aquilo que o aluno já sabe é uma premissa básica da teoria. Associado ao conteúdo da eletrostática, o objeto de aprendizagem aborda os efeitos da força elétrica em corpos carregados, mas para trabalhar esta nova informação é necessário relacionar com algo preexistente na estrutura cognitiva.

O conceito mais geral a ser relacionado à força elétrica é o próprio conceito de força, e associar o conceito de força a mudança do estado inicial de movimento, conteúdo que já fora trabalhado anteriormente com os alunos nas séries anteriores. Posteriormente diferenciar os tipos de força. Primeiramente as forças de contato, que no caso é a força mecânica e as forças de ação a distância, que são as forças de campo das quais a força elétrica faz parte e tem como análogo clássico a força gravitacional, ainda neste processo apresentar as interações nucleares, forças forte e força fraca.

Retornando a ideia inicial de força gravitacional, relacionar o efeito da força atrativa, que é um movimento de aproximação, como a ação de um campo, que no caso é o campo gravitacional, que está ligado à quantidade de massa que o corpo possui. Posteriormente, relacionar a questão de a força gravitacional ser somente atrativa, pelo fato desta força ocorrer entre as massas existentes nos corpos, aprofundando mais generalizar que todo corpo de massa sofre ação da força gravitacional e concluindo a observação fazer uma relação com as leis de Newton.

Abordando, sobre a constituição da matéria, e associando ao conceito físico de massa, e assim são retomadas as ideias da constituição da matéria através da existência dos átomos. O núcleo dos átomos formado por prótons e nêutrons é responsável pela força gravitacional. Ainda nos átomos relacionar à quantidade de elétrons e prótons a força elétrica, definindo o conceito de carga. Dessa forma, a partir da quantidade de elétrons e prótons identificar os tipos de carga, no micro e no macro e as forças atrativas e

repulsivas que são observadas frutos das interações entre os tipos de cargas, relacionando com as leis de Newton.

Avançando nesse estudo comparar as forças elétrica e gravitacional, apontando suas semelhanças e diferenças, fazendo um paralelo entre carga e massa, e para finalizar, fazer a comparação entre carga e massa. Nesta comparação enfatizar que a massa esta relacionada à quantidade de matéria e esta é constante, contudo a quantidade de carga pode variar. Essa variação ocorre devido à perda e ou ganho de elétrons, e sendo eventualmente nula, quando as quantidades de prótons e elétrons se equivalem. Neste caso o corpo estaria eletricamente neutro, ou em equilíbrio eletrostático, e a partir da relação entre corpo carregado e corpo neutro trabalhar os processos de eletrização.

Os conceitos foram organizados de acordo com a tabela abaixo.

CONCEITO	CONCEITOS RELACIONADOS
FORÇA	AÇÃO, MOVIMENTO, LEIS DE NEWTON
TIPOS DE FORÇA	FORÇA MECANICA, FORÇA DE CAMPO.
FORÇA GRAVITACIONAL	MASSA, ATRAÇÃO, CAMPO GRAVITACIONAL, LEIS DE NEWTON
ESTRUTURA DA MATÉRIA	ATOMOS, PROTONS, ELETRONS, NEUTRONS, CARGA, MASSA.
FORÇA ELÉTRICA	ATRAÇÃO, REPULSÃO, CARGA POSITIVA, CARGA NEGATIVA, LEIS DE NEWTON
CARGA ELÉTRICA	CARGA POSITIVA, CARGA NEGATIVA, DESEQUILIBRIO ELÉTRICO
PROCESSOS DE ELETRIZAÇÃO	CONTATO, ATRITO, INDUÇÃO, CARGA

16.6. AS RELAÇÕES CONCEITUAIS E A SIMULAÇÃO – UMA PROPOSTA.

Este é o relato da proposta baseado nos resultados da pesquisa, onde estas simulações foram testadas. Foi observado na pesquisa que a simulação obteve resultados interessantes, mas longe de serem espetaculares e a partir disso além de apresentar uma alternativa para o uso da simulação paralelamente às aulas, dialogadas será apontado sugestões que podem ser utilizadas paralelamente as aulas de modo a reforçar os pontos onde as simulações não obtiveram êxito.

Os arquivos de simulação seguem uma sequência de apresentação. Em cada cenário da apresentação, são trabalhadas situações, que envolvem a observação da força, seja ela atrativa, repulsiva ou nula, dependendo da disposição²⁹ das cargas nos pêndulos.

16.6.1 – CENARIO 1, DO ARQUIVO SIMULAÇÃO_1

No cenário 1, figura 5, os pêndulos estão neutros, isso é observado devido ao fato de não ter em nenhum dos dois pêndulos um sinal que represente uma carga seja positiva com sinal (+) ou negativa com o sinal (-).

Neste primeiro cenário a discussão inicia com o conceito de corpo neutro, lembrando os aspectos pelos quais ele é considerado neutro. Neste caso refere-se ao fato da quantidade de cargas positivas e negativas serem em igual número e também explorar a nível atômico. Após o clique no botão iniciar discutir se ocorreu ou não força, relacionando a mesma ao movimento dos pêndulos. Como não ocorreu aplicação de força, seja ela mecânica ou de campo, os pêndulos permanecem em repouso, é importante relacionar com a 1ª lei de Newton, pois é uma evidencia clara da aplicação dessa lei.

²⁹ Disposição: A referência sobre disposição aqui esta relacionada com o tipo de carga que o pêndulo estará carregado, prevendo o tipo de força, atrativa ou repulsiva, que será observada durante a execução da simulação.

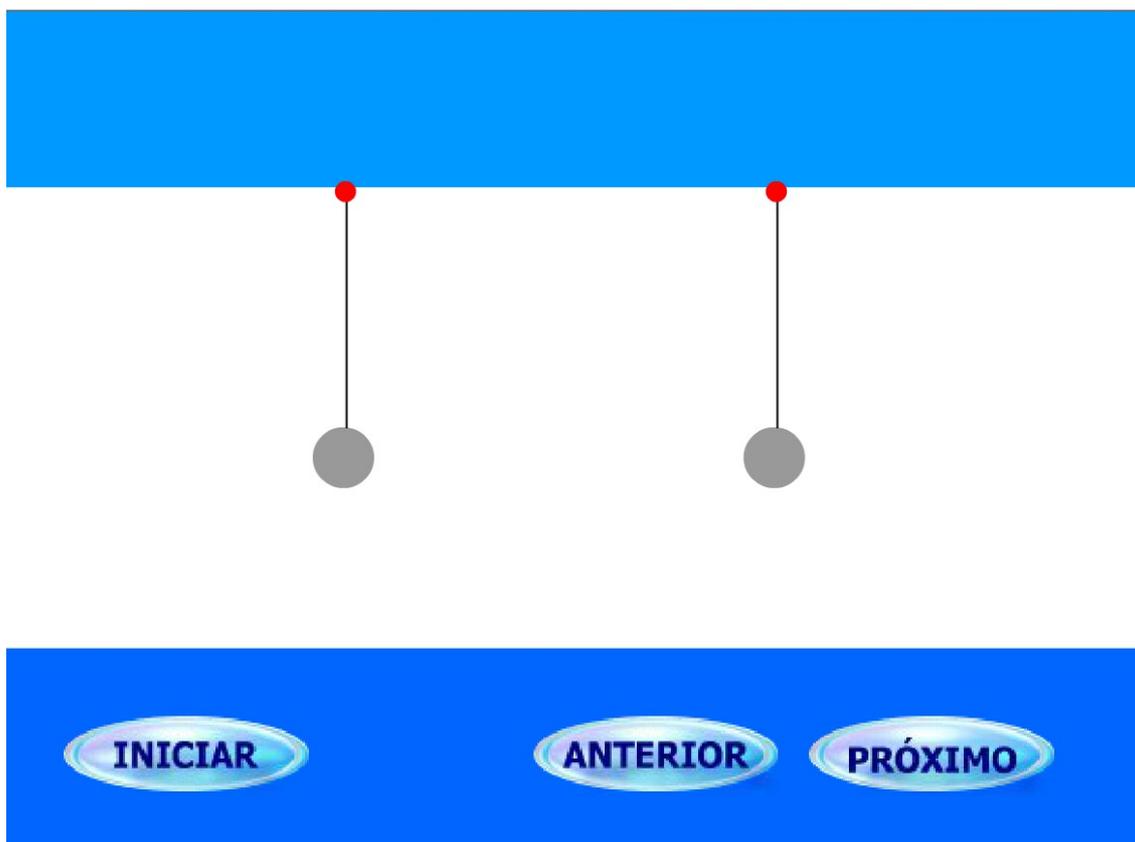


Fig. 5 – Cenário 1 ,simulação_1: cargas neutras.

16.6.2. CENARIO 2, DO ARQUIVO SIMULAÇÃO_1

No cenário 2, figura 6, o pêndulo da esquerda está carregado (sinal +) enquanto o pêndulo da direita permanece neutro. Antes de iniciar a simulação é importante discutir sobre as diferenças conceituais entre um corpo carregado e um corpo neutro, através do conceito de carga, e os processos que faz com que um corpo inicialmente neutro fique carregado eletricamente, através do conceito de eletrização. Outro conceito que surge é o conceito de campo que está sendo produzido pela carga do pêndulo da esquerda. Ao clicar em iniciar é observado que não ocorre movimento.

Neste momento é importante discutir novamente a primeira lei de Newton de uma forma mais aplicada, inclusive a este caso. A sugestão é enfatizar os aspectos da lei que dizem que *na ausência de forças externas o corpo permanece em seu estado inicial de movimento*. Neste caso a carga do pendulo da esquerda gera um campo que só poderá provocar força em uma carga que estiver a certa distância do campo, caracterizando a força externa que a 1ª lei exige. Por isso a carga que gera o campo não pode aplicar força sobre ela mesma.

No caso do pêndulo da direita, a força não ocorre por que o pêndulo está neutro, ou seja, está com carga nula ou zero, caracterizando um corpo neutro. Note que dentro da teoria de Ausubel a caracterização de corpo neutro com um corpo com carga nula ou zero é uma relação substantiva.

O fato do pêndulo estar neutro, significa que o campo gerado pela carga do pêndulo da direita não é suficiente para provocar o movimento, pois é necessário que pêndulo da direita esteja carregado para que a força ocorra.

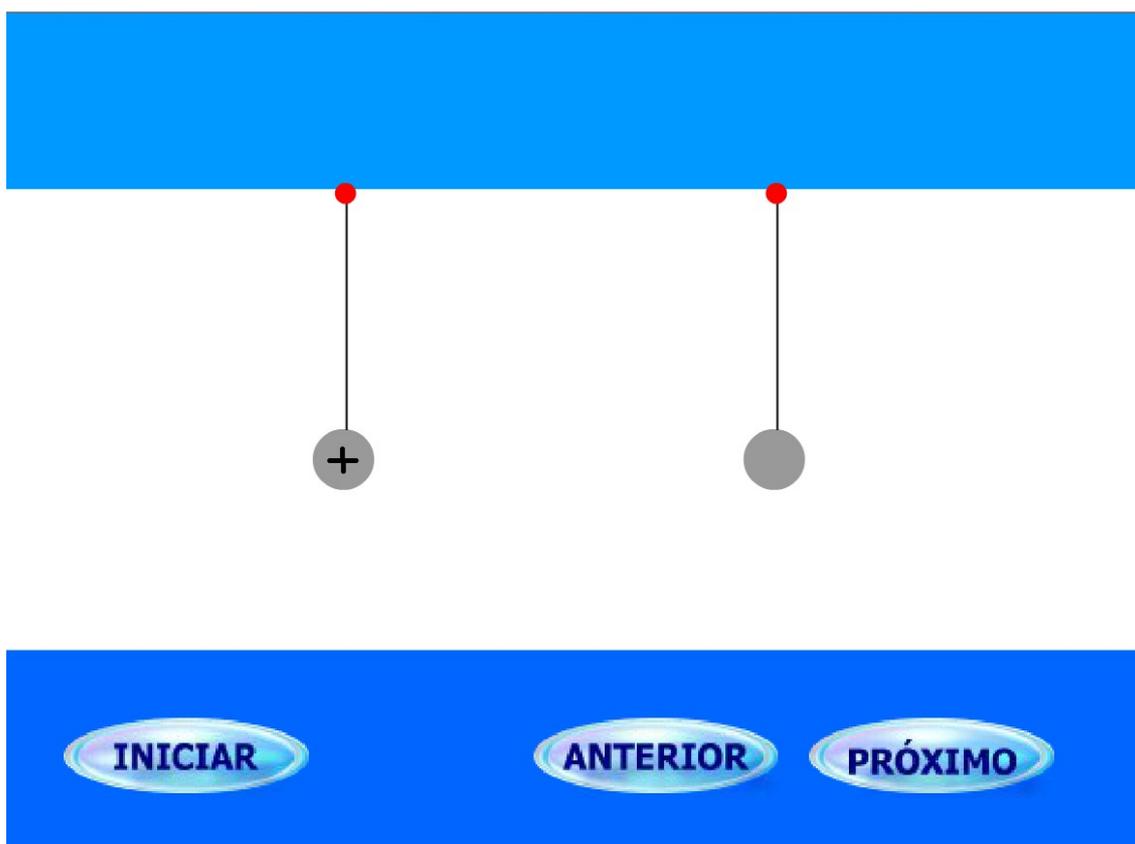


Fig. 6 – Cenário 2, simulação_1: um pêndulo carregado.

16.6.3. CENÁRIO 3, DO ARQUIVO SIMULAÇÃO_1

O cenário 3, figura 7, é praticamente idêntico ao cenário 2. A diferença se resume em inverter a carga do corpo, o corpo da direita passa a ser positivo (+), e o da esquerda neutro. Este cenário tem o objetivo de mostrar que não importa onde esteja a carga, a força não ocorrerá se apenas um dos pêndulos estiver carregado eletricamente.

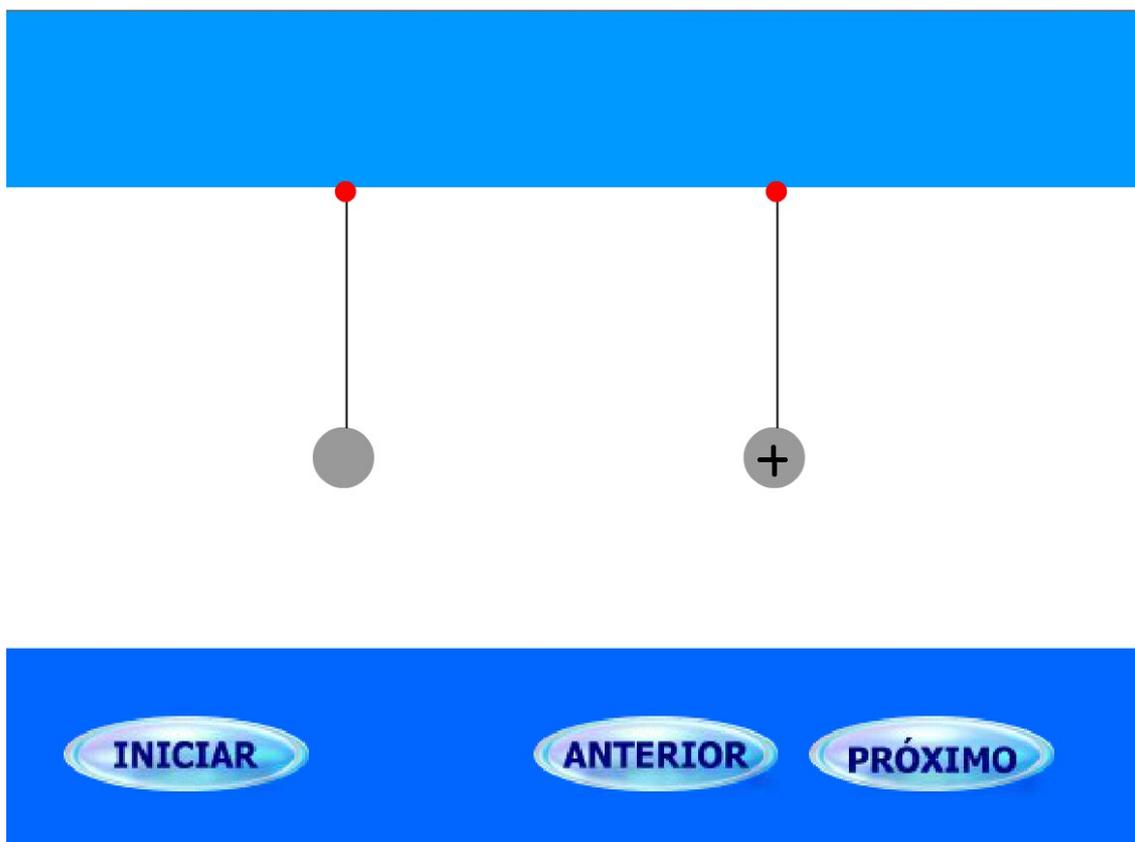


Fig. 7. – Cenário 3, simulação_1: um pêndulo carregado.

16.6.4. CENÁRIO 4, DO ARQUIVO SIMULAÇÃO_1 E CENÁRIO 1, DO ARQUIVO SIMULAÇÃO_3

Com o cenário 4, figura 8, encerra-se a simulação 1. Após todas as discussões geradas pelos outros cenários (1, 2 e 3) este cenário foi colocado no final, com a finalidade de retomada dos temas já trabalhados e fazer a sequência para os cenários da simulação 2. Contudo é importante que os alunos observem a força repulsiva que ocorre entre os corpos, como evidencia factual da ocorrência dessa força. Ainda deve-se enfatizar a comparação com os cenários anteriores possa fazer sua própria reflexão.

Já utilizando-se a simulação 2, é importante, junto com os estudantes, fazer um resumo da aula anterior verificando o que eles se lembram, antes do início do novo assunto. A partir deste resumo, sugerimos iniciar a discussão sobre por que ocorreu a força, relacionando com as segunda e terceira leis de Newton.

A força observada é repulsiva. Então, é sugerido trabalhar a representação das linhas de campo, neste caso é importante, para que os alunos tenham uma noção melhor do por que ocorre o afastamento dos corpos (corpos carregados com o mesmo tipo de carga se repelem), como pode ser visto nas figuras 9 e 10.

Para a simulação 3 este cenário tem a utilidade de fazer a comparação entre a força repulsiva, na situação onde as cargas são iguais e em quantidades iguais, observada no cenário 1, com o que ocorre na simulação 3, quando comparado com o cenário 2 da simulação 3.

A figura 8, apresenta o cenário 4 e a simulação 1, desse cenário, em seu estado inicial.

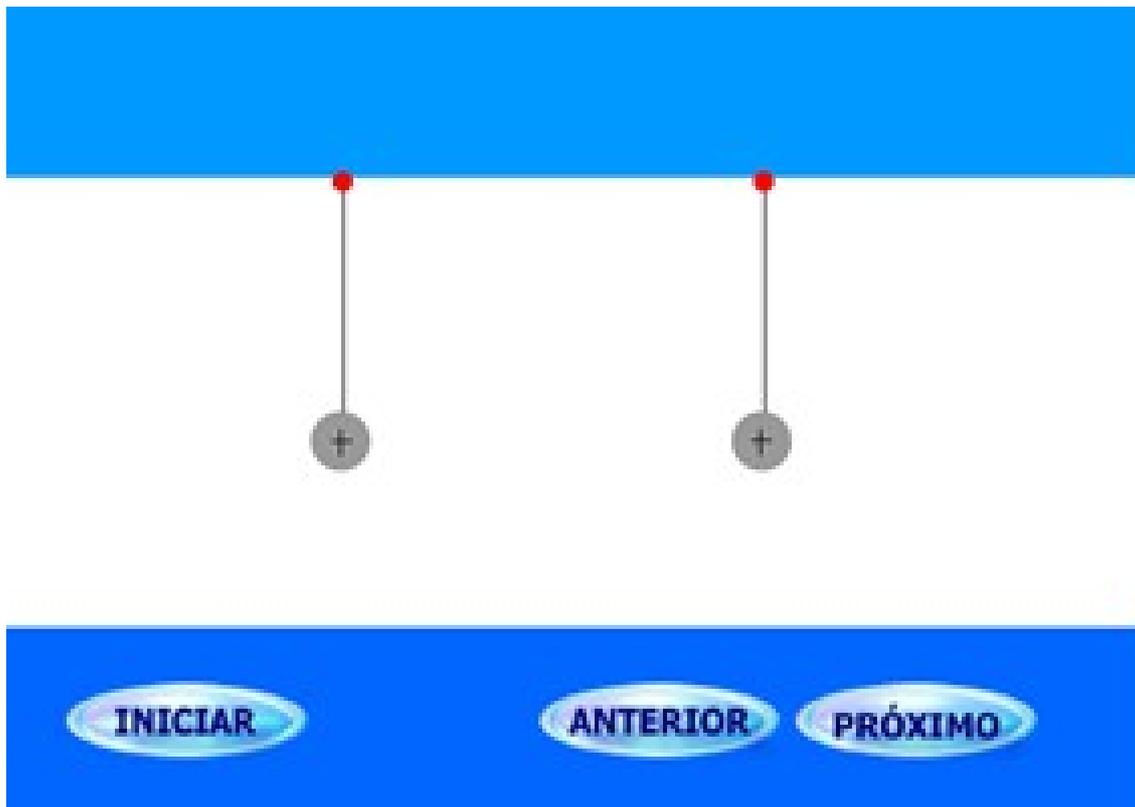


Fig. 8 – cenário 4 - simulação 1, antes de iniciar a simulação

Quando clicar, com o mouse, no botão iniciar será observado o afastamento dos pêndulos, simulando o aumento da distancia entre eles. Ao final da simulação os pêndulos permanecerão afastados conforme a figura 9.

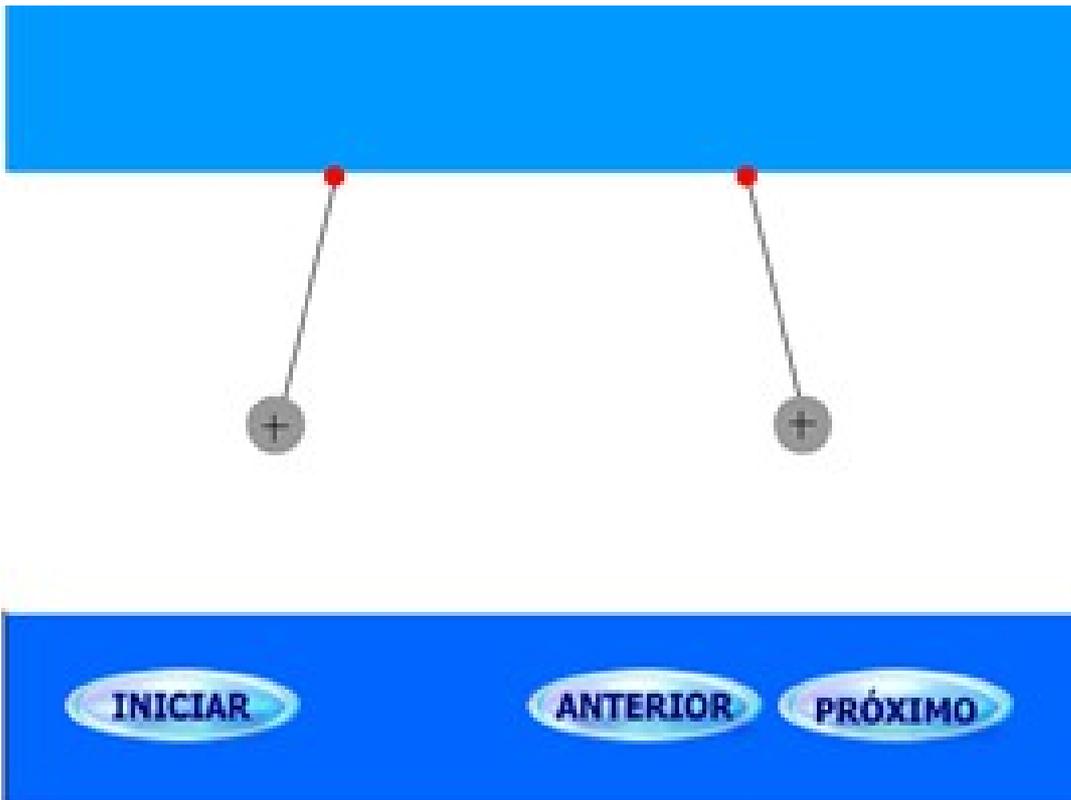


Fig. 9 – cenário 4 da simulação 1, final da execução da simulação.

A figura abaixo representa os estados inicial e final da simulação 1.

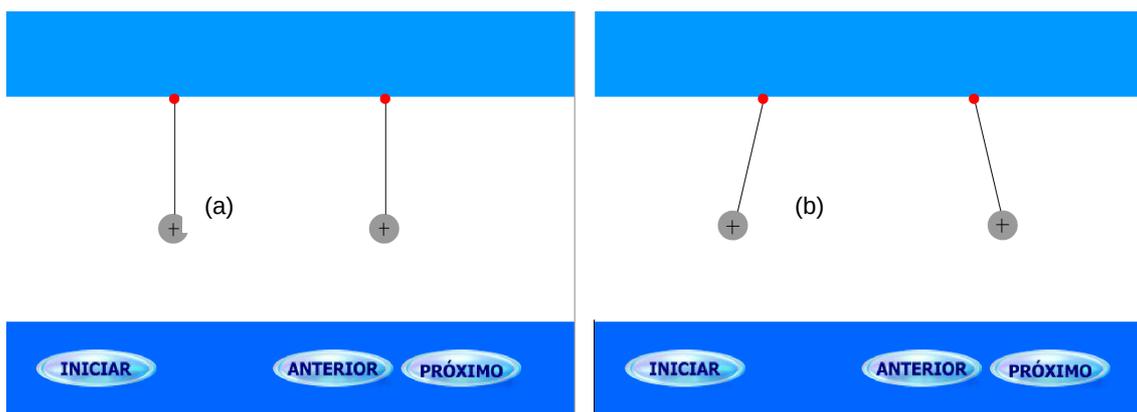


Fig. 10 – Cenário 4, simulação 1, estado inicial e final da simulação.

A figura 10a representa a posição inicial do cenário, quando o aluno clicar no botão “executar”, os pendulos irão se mover fazendo uma pequena abertura, simulando o afastamento entre eles, sendo seu estado final observado de acordocom a figura 10b.

Neste atividade, será propiciado aos alunos experimentar através da observação, o significado da força repulsiva, prevista conforme a teoria eletrostática, na situação onde cargas de mesmo sinal estão próximas. Cabe aqui ao professor reforçar junto aos alunos que se as cargas, em ambos os pêndulos, fossem negativas ocorreria a mesma observação, isso será observado no cenário 2 do arquivo simulação_2.

Com o cenário 4, figura 10, encerra-se a primeira parte da atividade, pois se o aluno clicar em “próximo”, irá retornar ao cenário 1 do arquivo da simulação 1.

Para continuar o professor deverá fechar esta atividade e iniciar o arquivo de simulação_2.

16.6.5. CENÁRIO 1, DO ARQUIVO SIMULAÇÃO_2

Continuando a sequência, das atividades, no arquivo de simulação_2, a primeira diferença, que se observa, em relação ao arquivo anterior, onde os pêndulos estavam neutros, conforme cenário 1 do arquivo simulação 1 (Fig. 5 – pg. 12), aqui os pêndulos estão carregados com cargas positivas, conforme figura 11, cenário 1 do arquivo simulação 2.

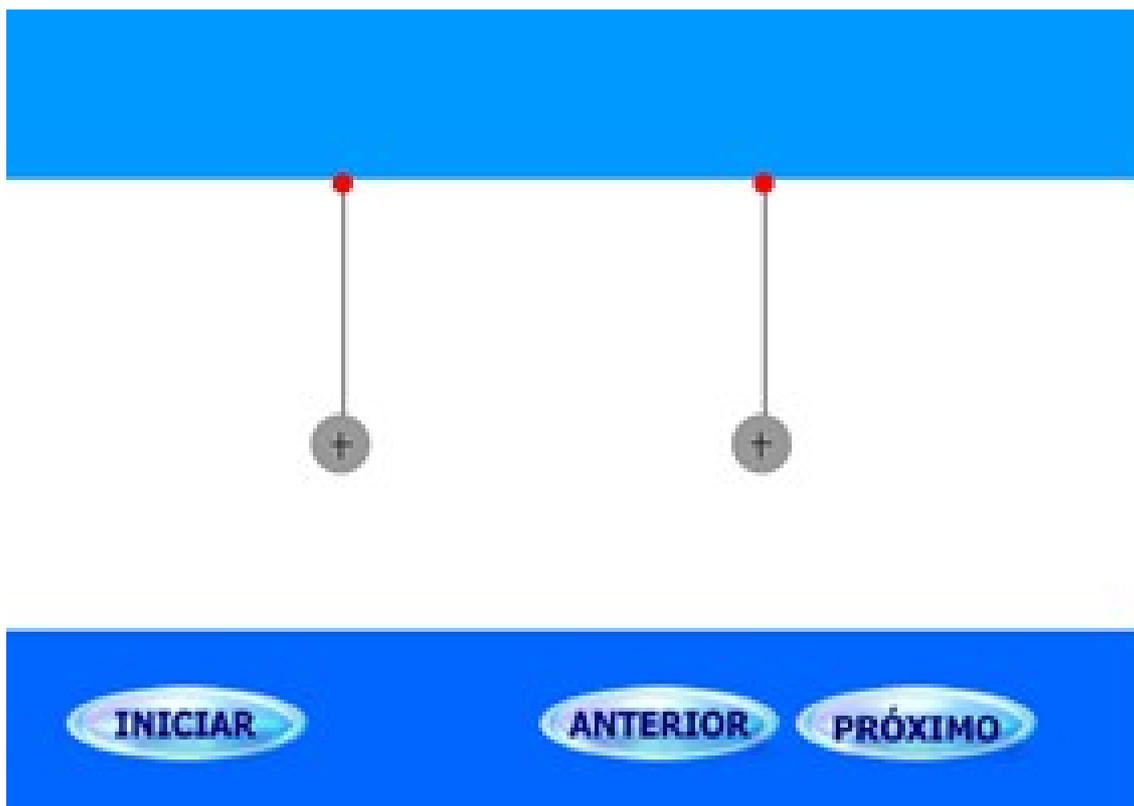


Fig. 11 – cenário 1 da simulação_2, antes de iniciar a simulação

Esta atividade foi desenvolvida, para que possa ser utilizada como uma “ponte” fazendo com que os alunos relembrem aquilo que fora trabalhado na atividade anterior. Vale lembrar que a atividade foi desenvolvida em três partes sendo cada parte trabalhada em uma aula, inicialmente na perspectiva de uma aula por semana.

Ao clicar em “executar”, o aluno observará o afastamento dos pendulos, conforme já fora observado anteriormente, reforçando a observação anterior, consolidando a percepção do significado de força repulsiva. A posição final do afastamento será observada conforme a figura 12.

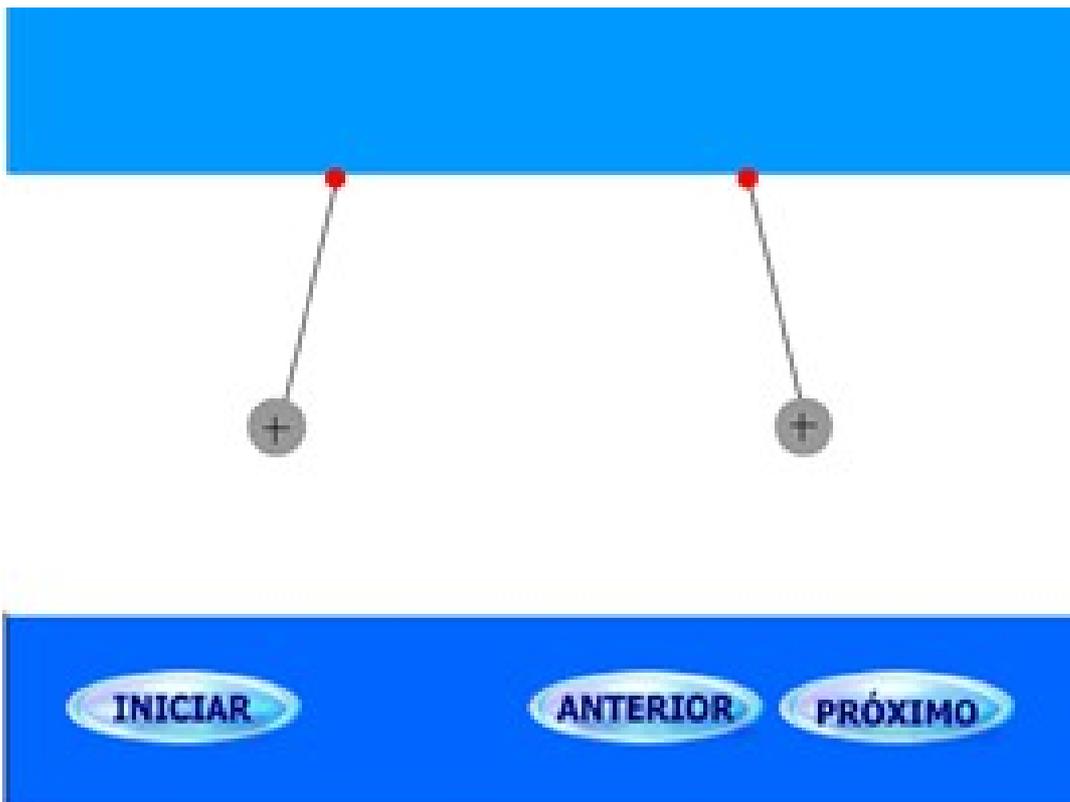


Fig. 12 – cenário 1 - simulação 2, final da execução da simulação.

Um detalhe importante, pode se observar as forças de ação a distancia ou forças de campo a partir do que as originou. Por que ocorre estas forças? Quem é o agente que realiza o fenomeno? Para trabalhar estas questões é interessante o professor fazer uma atividade, durante a aula de simulação, sobre o campo eletrico, assim como a representação das linhas de campo, apresentando aos alunos como hipotese cientificamente aceita.

Para trabalhar as linhas de campo o professor pode utilizar outros materiais, pois segundo Moreira (2005) a utilização de materiais diversificados, e cuidadosamente selecionados, ao invés da "centralização" em livros de texto é também um princípio facilitador da aprendizagem significativa crítica.

Ao final deste cenário (1, simulação 2) o aluno passará para o próximo cenário (2 simulação 2) ao clicar no botão “próximo”.

Mas, antes de ser apresentado o próximo cenário, o professor deve indagar aos alunos o que ocorreria se os pêndulos estivessem carregados com cargas negativas (utilizando-se o P.O.E.).

16.6.6. CENÁRIO 2, DO ARQUIVO SIMULAÇÃO_2.

Esta simulação é semelhante à anterior, o diferencial está no fato de que a força repulsiva observada ocorrerá entre corpos carregados com cargas negativas (-). Até este momento é esperado que os alunos tivessem assimilado a força repulsiva com cargas positivas (+). No cenário 2 será feita a diferenciação³⁰ do conceito de força repulsiva adicionando a observação do processo com cargas negativas.

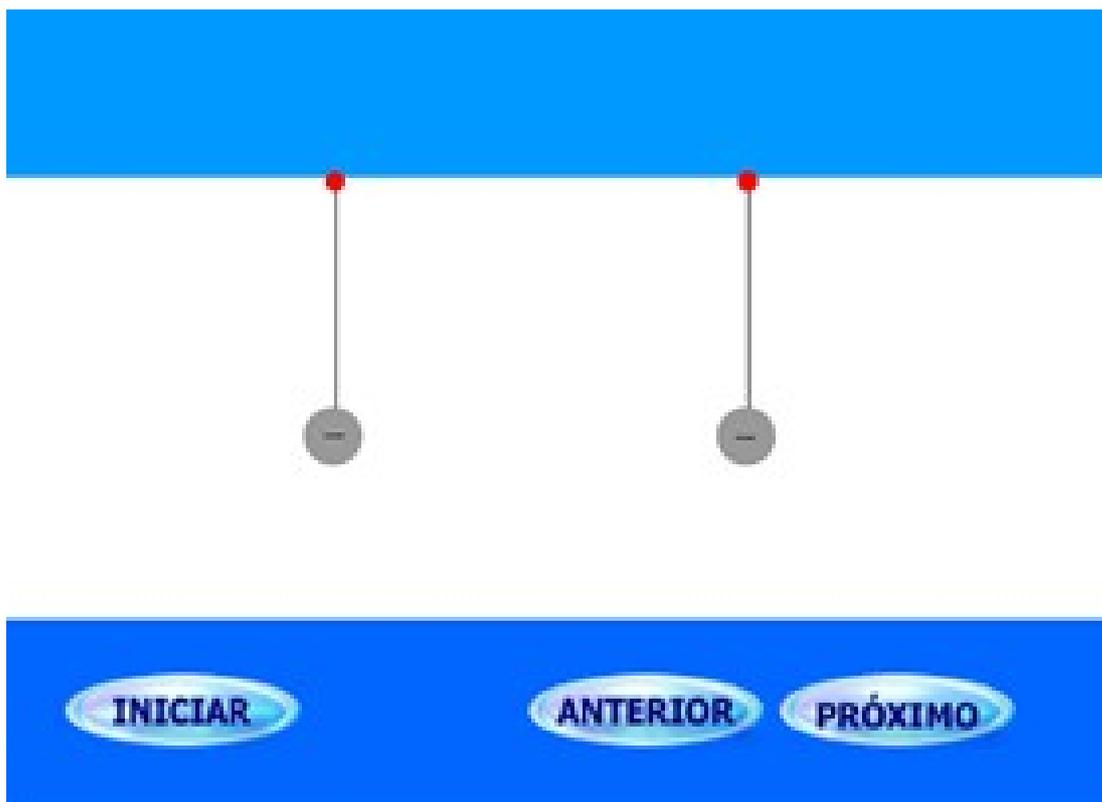


Fig. 13 – cenário 2 da simulação_2, antes de iniciar a simulação.

Esta representação da força repulsiva que ocorrerá com as cargas negativas tem a função de agregar novos significados, à ideia de força repulsiva através da interação de cargas de mesmo sinal, neste caso será agregada a força repulsiva observada através do afastamento dos pêndulos carregados negativamente.

Quando o aluno clicar em “executar” ele observará o afastamento dos pêndulos carregados negativamente, reforçando a ideia, já observada, de força repulsiva ocorrer entre cargas de mesmo sinal, não importando se são (+) ou (-). O resultado final da observação pode ser observado na figura 14.

³⁰Diferenciar: Dentro da teoria de aprendizagem de Ausubel, diferenciar, é agregar novos significados ao conceito com o objetivo de torná-lo mais detalhado e específico.

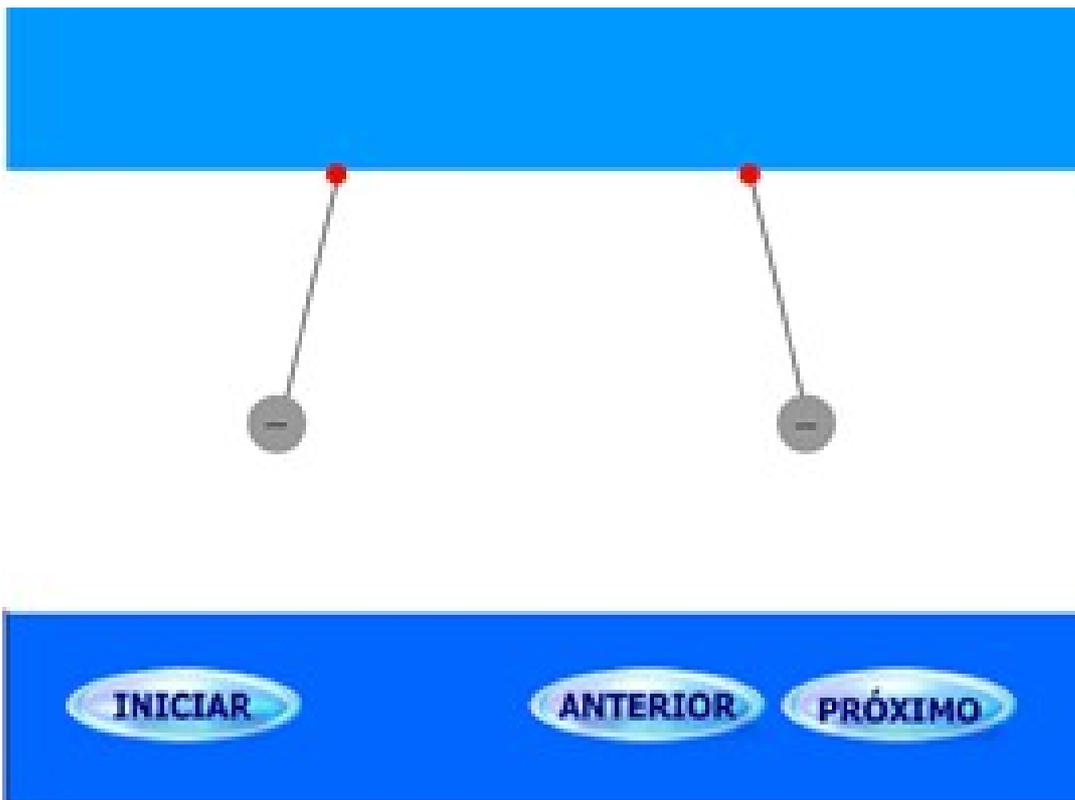


Fig. 14 – cenário 2 da simulação_2, final da execução da simulação.

A figura 15 representa as situações do antes (a) e depois (b) de executar a simulação. Note que o afastamento observado com as cargas negativas é idêntico ao afastamento observado com cargas positivas.

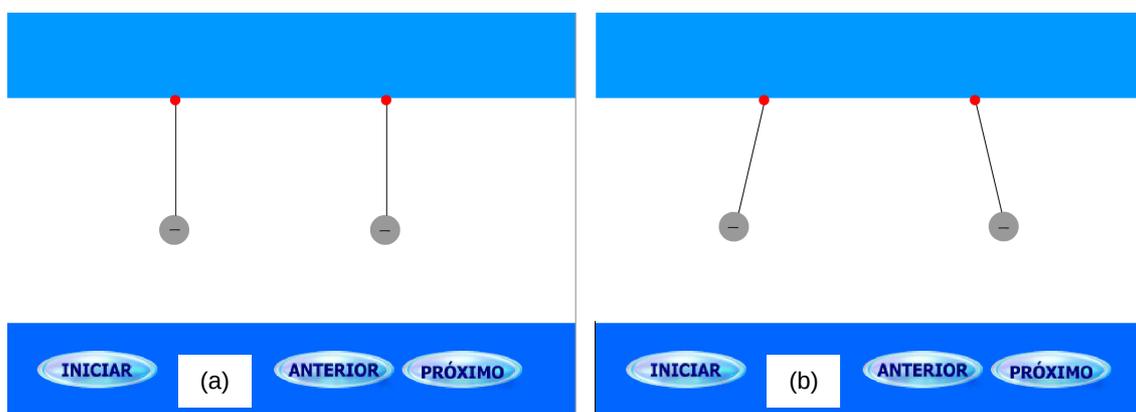


Fig. 15 – Apresentação cenário 2 da simulação 2.

Paralelamente a observação, é importante trabalhar a representação das linhas de campo negativo, para que os alunos possam ter uma noção mais geral da força elétrica repulsiva tanto com cargas positivas como com cargas negativas.

Após a atividade com as linhas de campo, o professor questiona os alunos sobre o que aconteceria se as cargas fossem de sinais diferentes.

Ao clicar em “próximo” os alunos serão direcionados ao próximo cenário que leva à situação onde um corpo está carregado positivamente e o outro negativamente.

16.6.7. CENÁRIO 3, DO ARQUIVO SIMULAÇÃO_2

O cenário 3 encerra a segunda simulação (2), fazendo o fechamento das observações relacionadas à força atrativa e repulsiva.

Nesta simulação o pendulo da esquerda está carregado positivamente enquanto o da direita está carregado negativamente. Antes de executar a simulação é interessante propor uma discussão sobre o que irá acontecer baseado em tudo que já fora observado (P.O.E.).

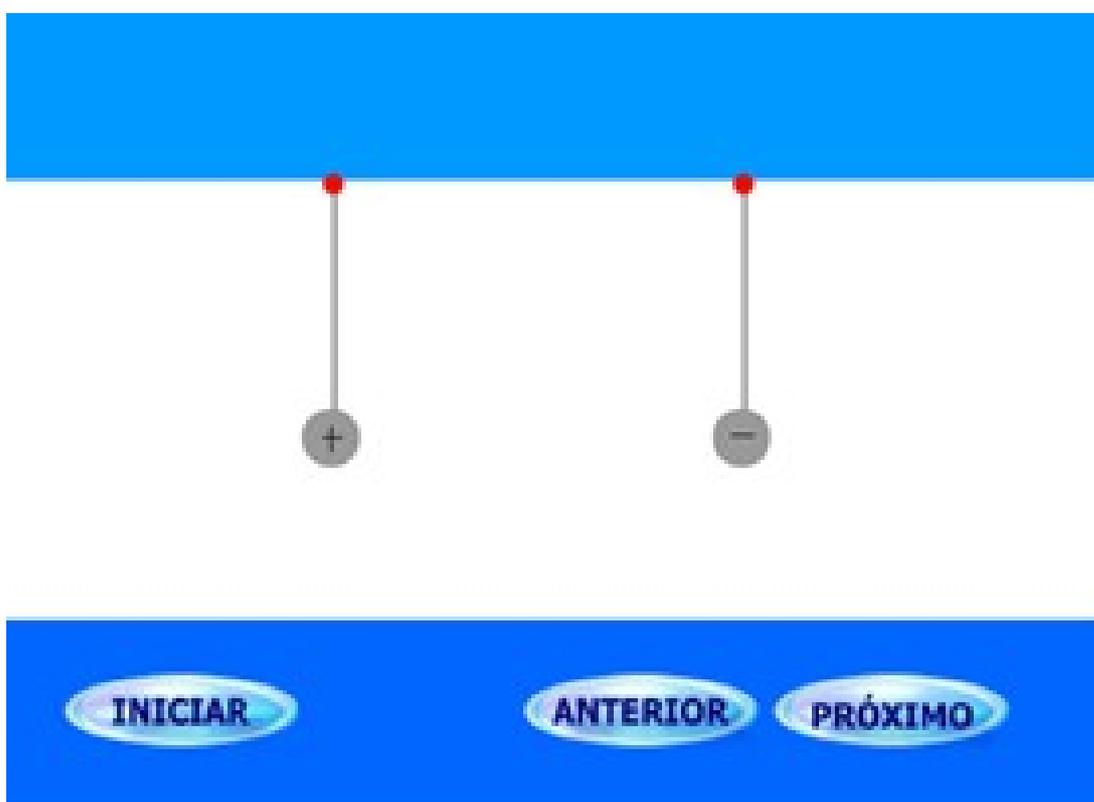


Fig. 16 – cenário 3 da simulação_2, antes de iniciar a simulação.

Ao executar a simulação, as cargas irão aproximar, mas esta aproximação ocorre por efeito da interação dos campos gerados por ambas as cargas. Explorar as linhas de campo desta interação, através de uma atividade paralela, é importante para promover uma melhor compreensão da atração que está ocorrendo por efeito da interação. O resultado da simulação pode ser observado na figura 17.

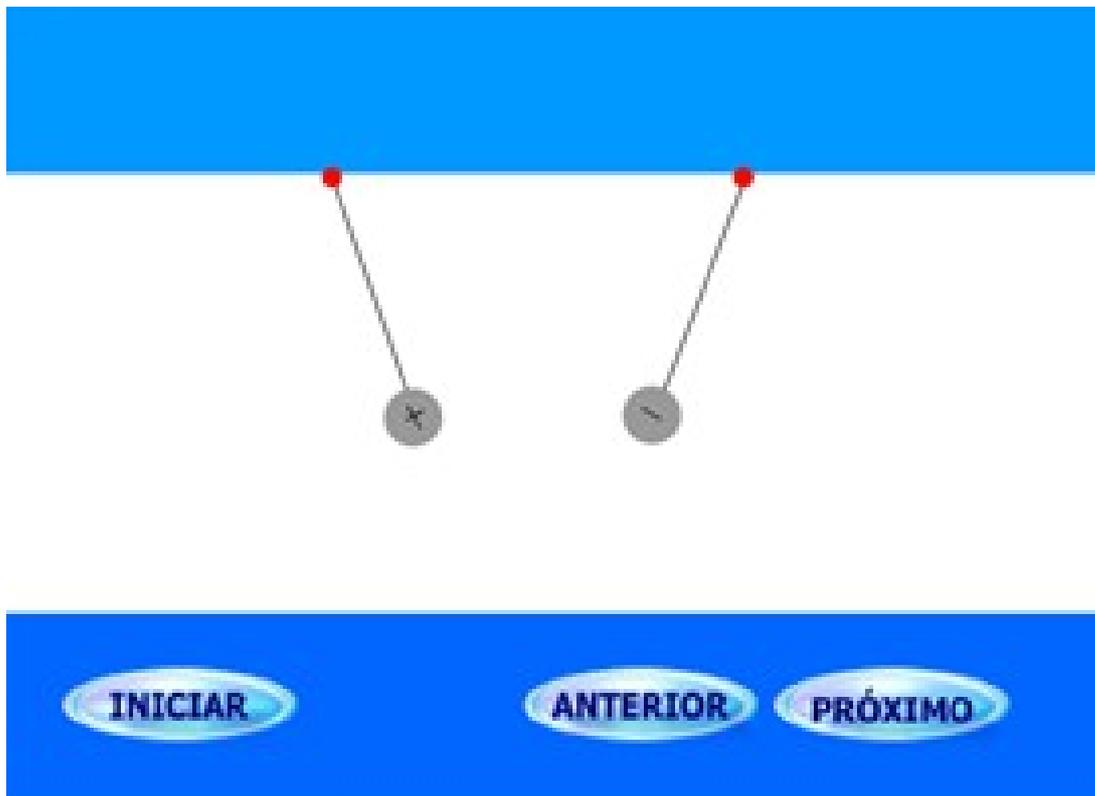


Fig. 17 – cenário 3 da simulação_2, final da execução da simulação.

A figura 18 apresenta as duas situações, inicial (a) e final (b) da simulação.

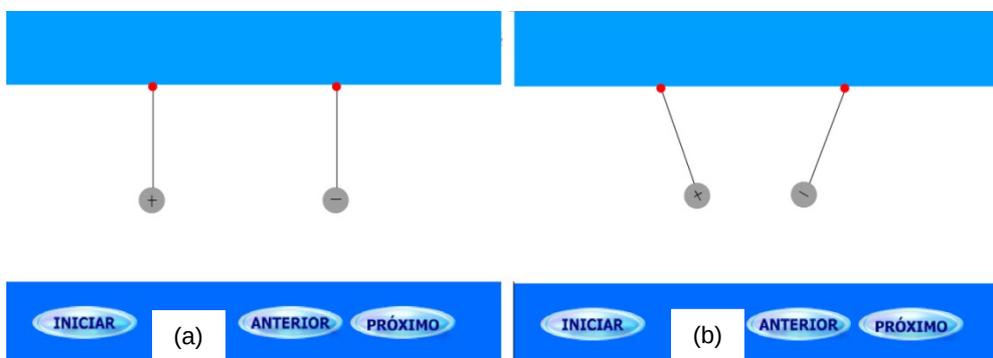


Fig. 18 – Apresentação do terceiro cenário da simulação 2.

Este cenário (fig. 18) marca o final da simulação 2, e também é utilizado como referência do primeiro cenário do arquivo simulação 3. Se o aluno clicar em “próximo” irá retornar ao cenário 1 da atividade.

16.6.8. CENÁRIO 1, DO ARQUIVO SIMULAÇÃO_3

Esta simulação foi elaborada para trabalhar a interação entre os pêndulos carregados com quantidade de cargas diferentes. Até então todas as simulações anteriores foram trabalhadas na perspectiva de equilíbrio entre as quantidades de cargas. Mas para construir a diferenciação progressiva entre corpos carregados com a mesma quantidade de cargas e os que contêm quantidades diferentes, no que tange a terceira lei de Newton (ação e reação) foi planejado o CENÁRIO 1, DO ARQUIVO SIMULAÇÃO_3, figura 19. Neste cenário vemos os corpos carregados com número igual de cargas.

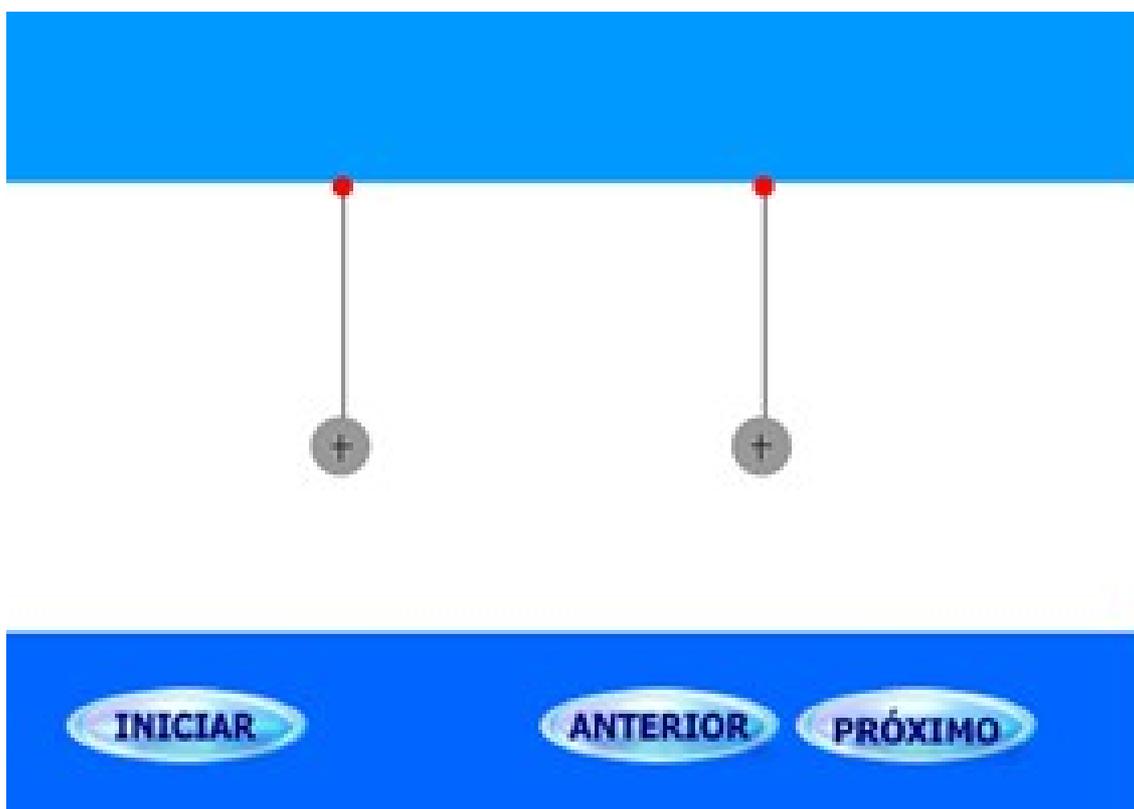


Fig. 19 – posição inicial dos pêndulos carregados com cargas positivas.

Para mostrar que a terceira lei de Newton é aplicada em qualquer situação. Neste contexto o cenário 1 da simulação 3 representa a situação onde os pêndulos estão inicialmente carregados com cargas de sinais iguais positivas (+) e quantidades iguais de cargas. Nota-se que resultado é um movimento de afastamento (força repulsiva) igual

em ângulo de afastamento em relação a normal para os dois corpos. Esta igualdade está representada pela abertura de cada pêndulo, sugerindo ao aluno que a força só é igual, quando a abertura for igual. A causa dessa igualdade se prende ao fato dos corpos estarem carregados com a mesma quantidade de cargas. Como a terceira lei de Newton, também conhecida como a lei da ação e reação, informa que a força é igual em qualquer situação, esta observação sugerida pela simulação (fig. 20) não está totalmente completa, pois dessa mesma lei depende-se que a força repulsiva ou atrativa entre os corpos tem intensidade igual a força proveniente da lei de Coulomb³¹. Para provar isso desenvolvemos o cenário 2.

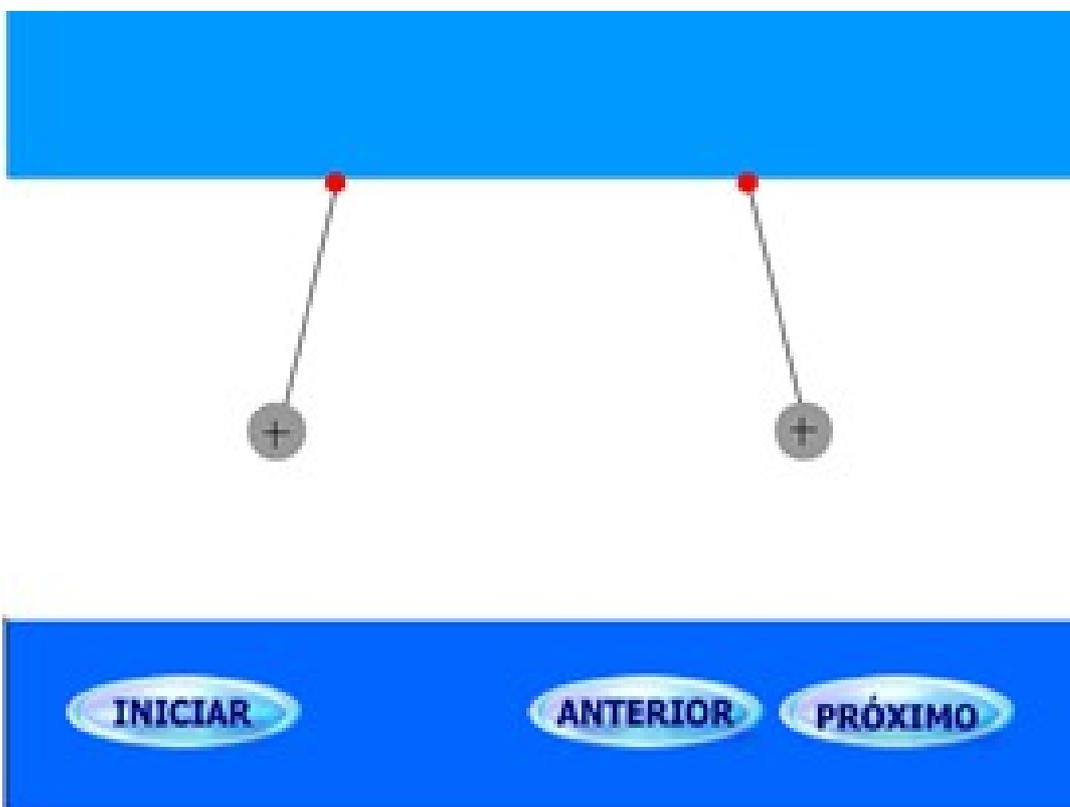


Fig. 20 – posição final do cenário 1 arquivo simulação_3.

Para acessar o cenário 2 o aluno clica no botão “próximo”.

16.6.9. CENÁRIO 2, DO ARQUIVO SIMULAÇÃO_3

No cenário 2, o pêndulo da esquerda está carregado com uma carga positiva (+) enquanto o pêndulo da direita está carregado com duas cargas positivas (++) figura 21.

31

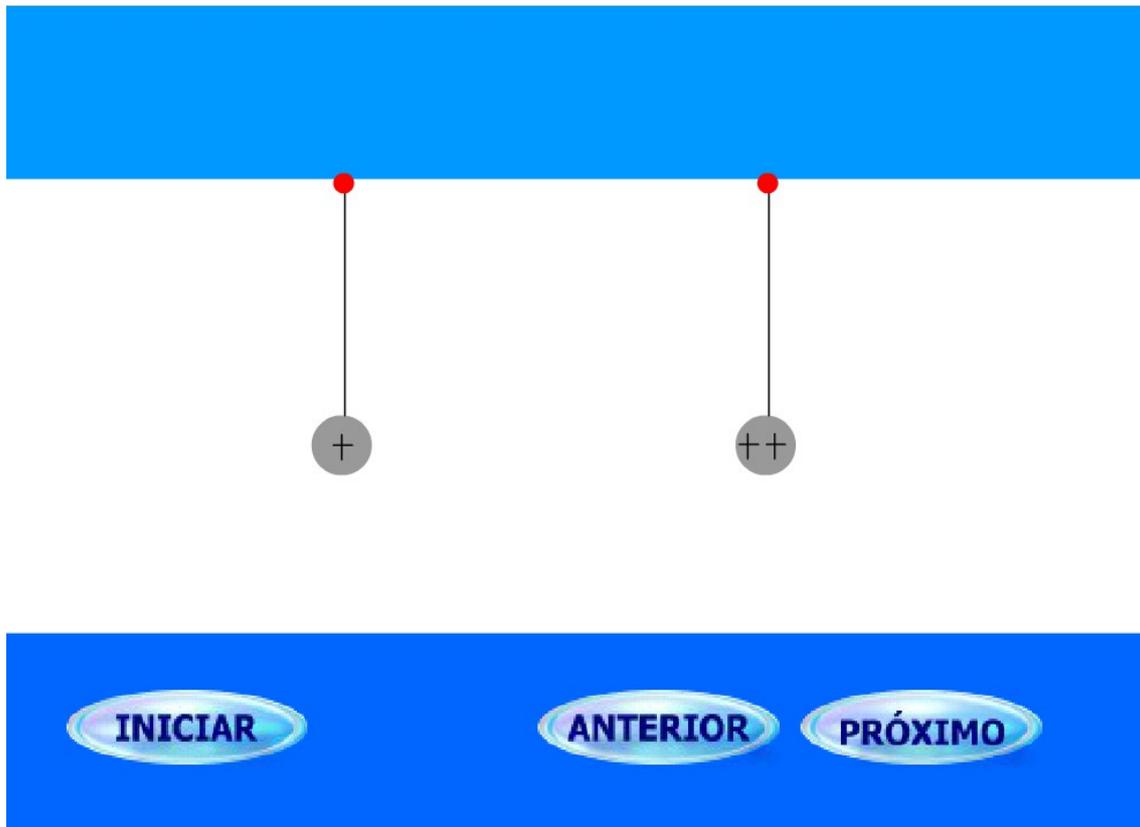


Fig. 21 – Posição inicial do cenário 2 do arquivo simulação_3

Ao iniciar a simulação o movimento dos pêndulos (força repulsiva), representado pela abertura em relação à posição inicial, é igual entre os pêndulos, mesmo com cargas em quantidades diferentes conforme figura 22.

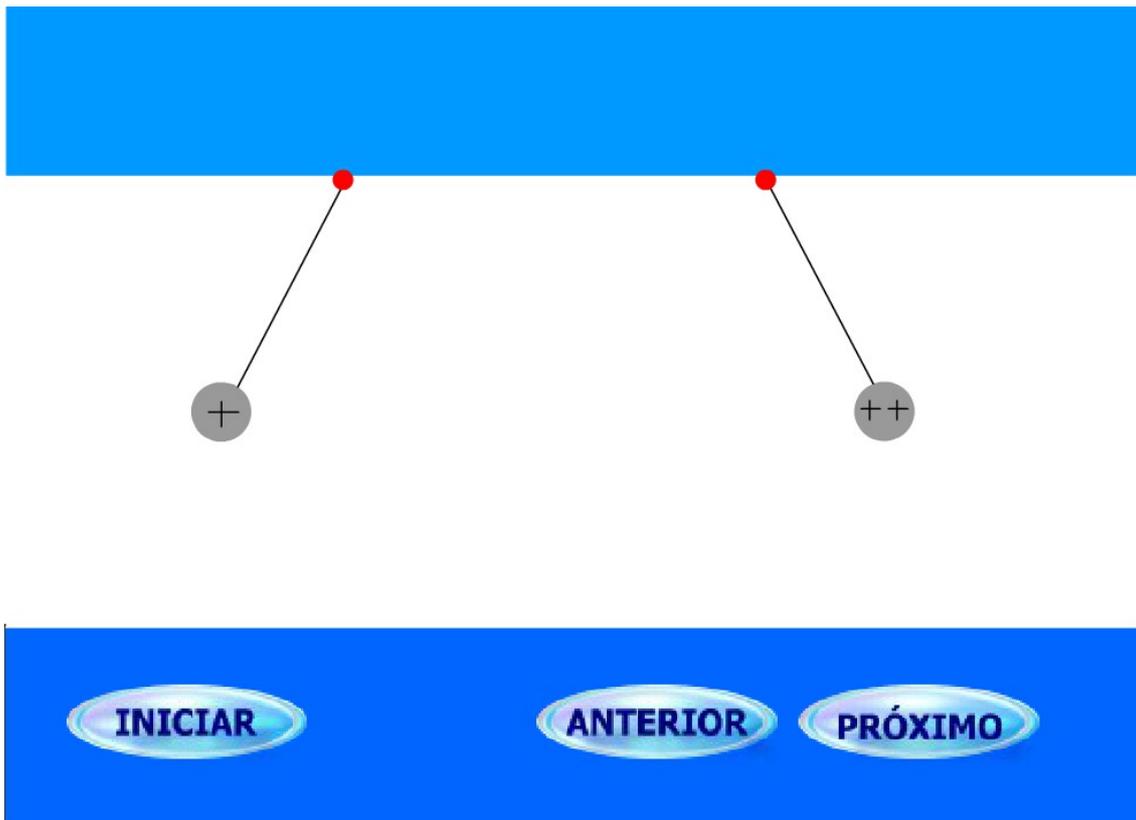


Fig. 22 – final da execução do cenário 2, do arquivo simulação_3.

Comparando as aberturas, do cenário 1 com a do cenário 3 é observado que a força (abertura) é maior na situação onde um dos pêndulos está carregado com uma quantidade de carga maior que o outro. Esta comparação evidencia que a terceira lei de Newton se aplica a qualquer situação, em que tratarmos corpos carregados, mas também dando um significado mais concreto à lei de Coulomb, que diz que a força é diretamente proporcional ao produto das cargas, sendo a força resultante igual em ambos os pêndulos, sem a necessidade de que as quantidades de cargas entre os pêndulos sejam iguais conforme a figura 23.

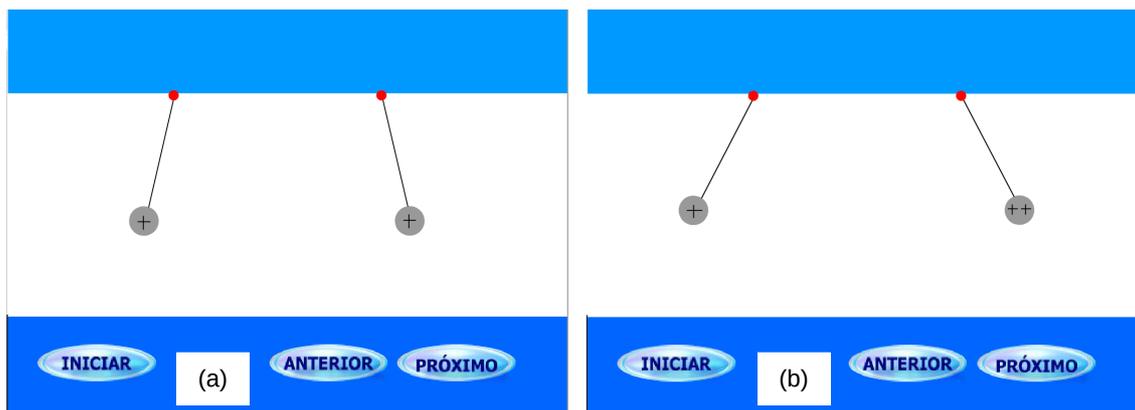


Fig. 23 – Comparação da intensidade da força repulsiva entre os pêndulos quando carregados com quantidades de cargas iguais positivas (a) e quantidades de cargas positivas diferentes (b).

Note que mesmo com quantidades diferentes (fig 23b) a intensidade da força é igual, entre os pêndulos, conforme a terceira lei de Newton. Na que na figura 23a, ambas as cargas tem a mesma intensidade de força entre si mas com cargas em quantidades iguais. Isto poderia sugerir ao aluno que a força só é igual quando as cargas estiverem em quantidades iguais. Mas na figura 23b, é mostrado que mesmo com quantidades diferentes de cargas a força elétrica, aqui representada pelo afastamento dos pêndulos de sua posição inicial, permanece igual.

16.6.10. CENÁRIO 3, DO ARQUIVO SIMULAÇÃO_3

Este cenário foi desenvolvido com a mesma ideia dos cenários 1 e 2 da simulação 3. Seguindo a lógica onde o cenário 1 é utilizado para comparar com o cenário 2, o cenário 3 serve para comparar a força com cargas em quantidades diferentes e também sinais diferentes.

Nesta situação os pêndulos estão carregados com cargas de sinais diferentes (opostos).

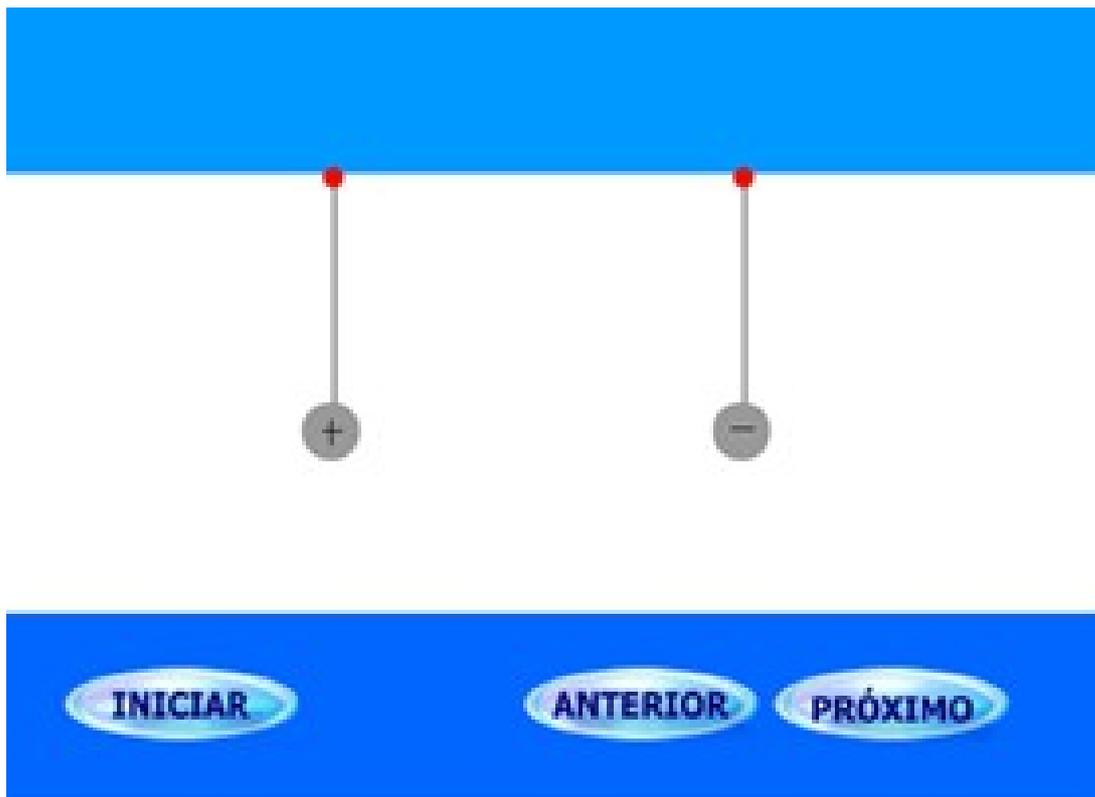


Fig. 24 – Posição inicial do cenário 3 do arquivo simulação_3

Ao iniciar a simulação no cenário 3, ocorrerá a atração dos pêndulos como já fora observado no cenário 2 do arquivo simulação_2.

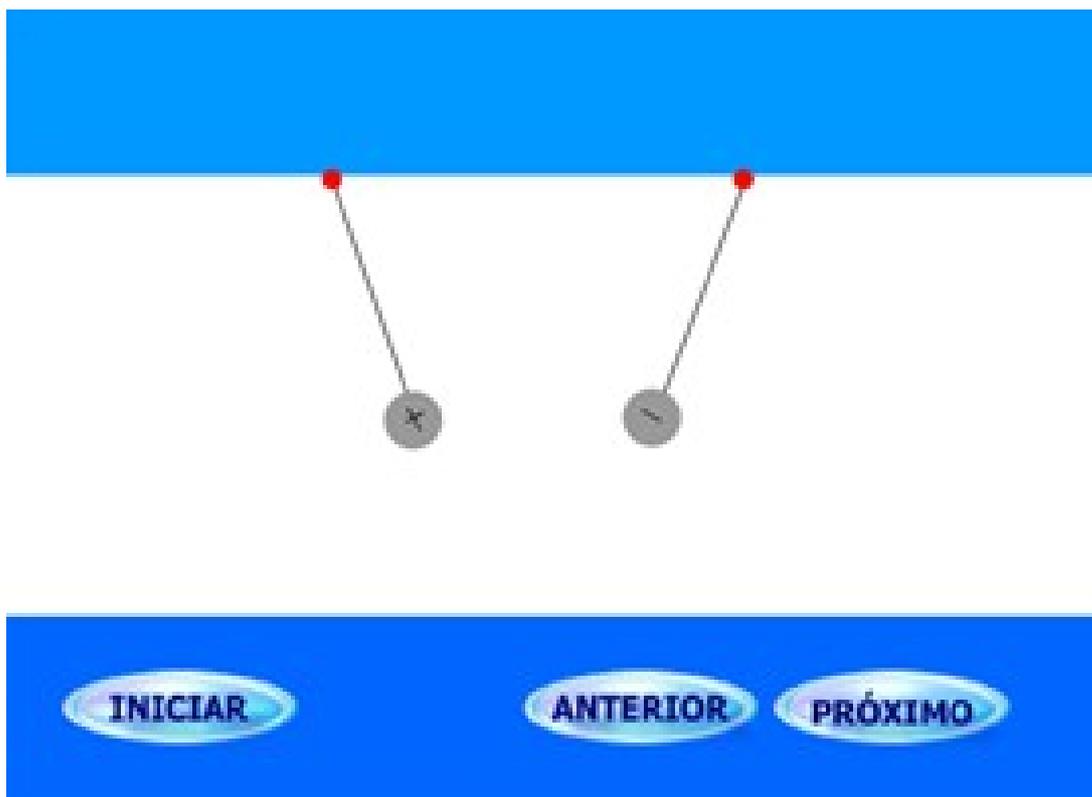


Fig. 25 – cenário 3 da simulação_3, final da execução da simulação.

Assim como na observação do cenário 1 da simulação_3, é observado que a força, aqui representada pela abertura entre os pêndulos, em comparação com a posição inicial (Fig. 18 – pg. 24), sugere que a força aplicada seja igual em ambos os corpos, assim como foi sugerido no cenário 1 desta simulação. No próximo cenário será verificado que além da força ser igual para as quantidades de cargas iguais entre os pêndulos, também será igual na situação onde as quantidades de cargas entre os pêndulos forem diferentes. Note que as comparações são referentes aos corpos do mesmo cenário.

16.6.11. CENÁRIO 4, DO ARQUIVO SIMULAÇÃO_3

No cenário quatro a atração entre os pêndulos será mais intensa fazendo com que os pêndulos se aproximem mais, mostrando que tanto para a força repulsiva como para a força atrativa o comportamento da força está de acordo com a terceira lei de Newton. Neste cenário os pêndulos estão carregados com cargas de sinais opostos e em quantidades diferentes conforme a figura 26.

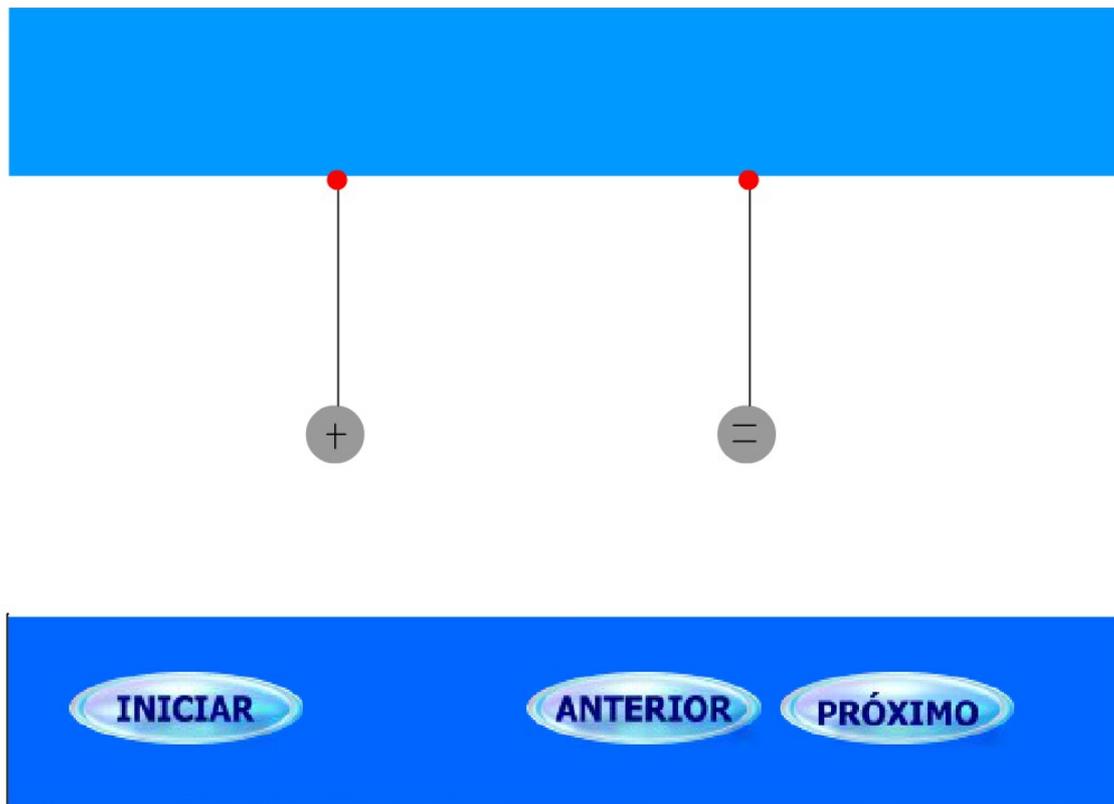


Fig. 26 – posição inicial da simulação do cenário 4 da simulação_3.

Ao clicar em “iniciar” o aluno irá observar que os pêndulos irão se aproximar, simulando o fenômeno da atração eletrostática, fenômeno este que ocorre devido a interação entre cargas de sinais opostos. Esta aproximação será mais acentuada que a aproximação observada no cenário 3. Esta aproximação está representada na figura 27.

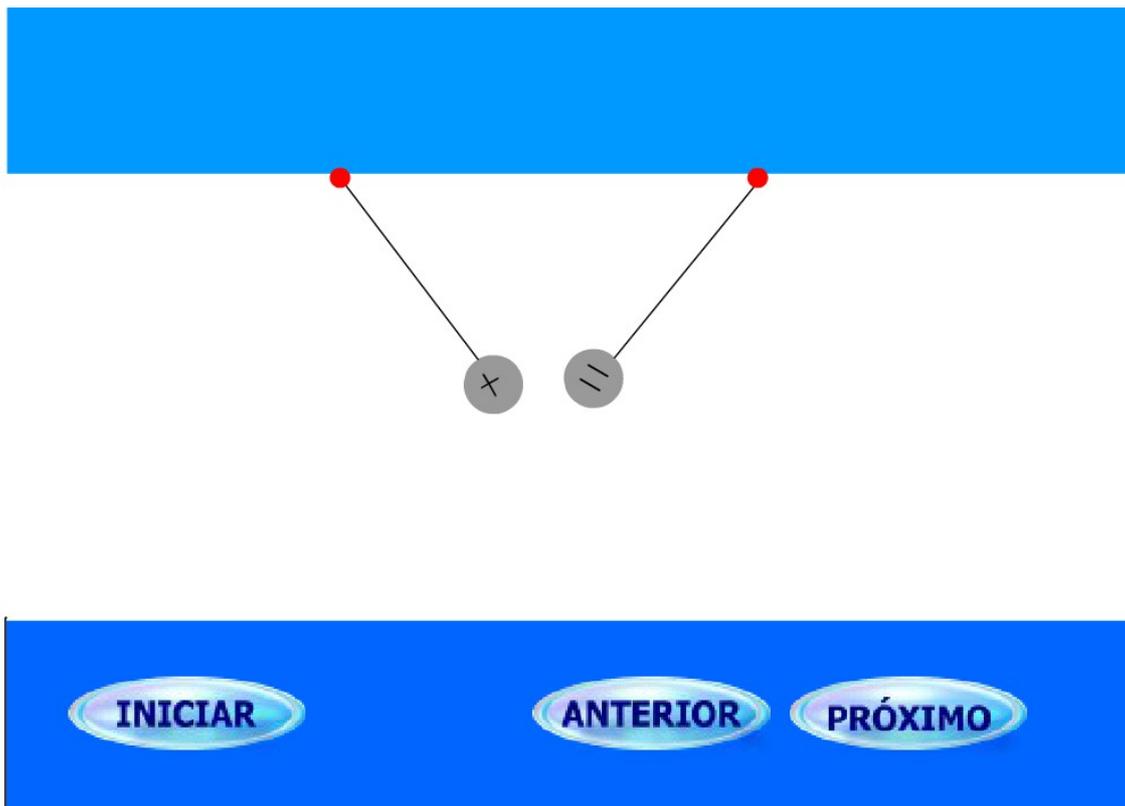


Fig. 27 – posição final da execução do cenário 4 da simulação_3.

Esta observação complementa a observação realizada no cenário 2, que mostrou que mesmo com cargas com quantidades diferentes a força que naquele caso foi repulsiva, representada pela abertura entre os pêndulos (fig. 23), é igual entre eles e maior quando comparados na situação onde as cargas estão em quantidades iguais. No cenário 2, as cargas opostas estão sujeitas a mesma força de atração representada aqui para aproximação, entre elas, mesmo que uma delas está com uma quantidade de cargas maior. Sugerindo que assim como no caso de cargas de mesmo sinal, a terceira lei de Newton (lei da ação a reação) também se aplica no caso de cargas de sinais opostos, mostrando que toda ação tem uma reação igual em intensidade e sentido contrário ao da ação aplicada. A figura 28 mostra a comparação entre o cenário 3 e o cenário 4 da simulação_3.

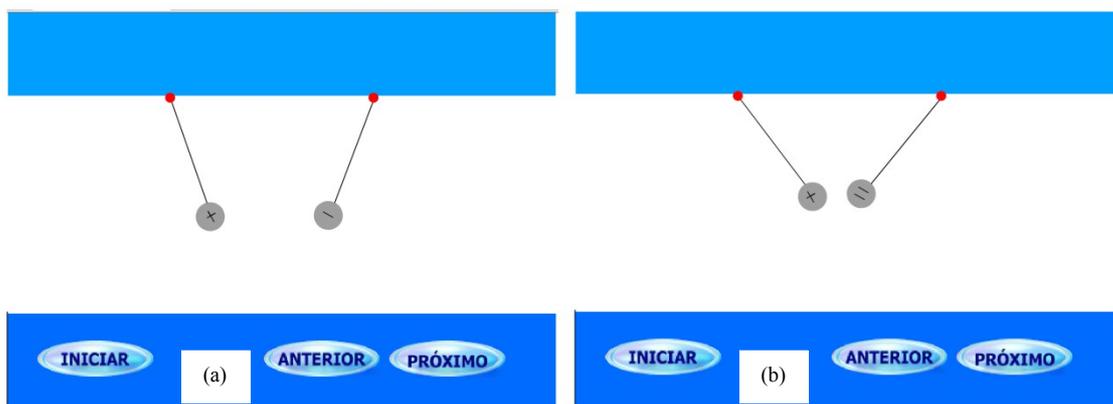


Fig. 29 – Comparação da intensidade da força repulsiva entre os pêndulos quando carregados com quantidades de cargas iguais e sinais diferentes (a) comparado com os mesmos pêndulos carregados com cargas de sinais opostos em quantidades diferentes (b). Note que mesmo com quantidades diferentes a intensidade da força é igual conforme a terceira lei de Newton.

1. RECOMENDAÇÕES AO PROFESSOR

Nesta seção serão sugeridas algumas recomendações aos professores que irão utilizar a ferramenta. Estas sugestões foram moldadas a partir da experiência adquirida com sua utilização.

- **Conhecimento de informática:** Foi observado que para um bom funcionamento da ferramenta proposta, é necessária um certo conhecimento de informática, principalmente quando for necessário fazer associações com o navegador, além de identificar se os plug-ins do flash estão instalados e funcionais no sistema operacional.
- **Material introdutório:** A ferramenta foi desenvolvida para ser trabalhados os conceitos de eletrostática de modo que em cada cenário possa ser trabalhada a diferenciação progressiva dos conceitos organizados. Neste ponto é importante que o professor possa elaborar um material introdutório, sobre a forma de um organizador prévio para que os alunos tenham um conhecimento básico para conseguir assimilar de uma maneira mais eficiente o conceito trabalhado durante as aulas com a simulação.
- **Momento de reflexão:** Durante a utilização da simulação, é necessário fazer um momento de reflexão junto aos alunos, explorando os diversos conceitos relacionados em cada cenário da simulação.
- **Roteiro:** Na pesquisa que testou a ferramenta foi utilizado um roteiro com objetivo dar um ritmo a atividade no sentido de que os alunos acompanhassem cada cenário, mais ou menos ao mesmo tempo. A estratégia funcionou para manter a organização e o ritmo da atividade e fica a critério.

BIBLIOGRAFIA

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. Psicologia Educacional, Tradução para o português de Eva Nick ET al., da 2ª edição de Educationalpsychology: acognitiveview. Rio de Janeiro; Interamericana, 1980

MORAZ, EDUARDO. Treinamento prático em ActionScript. São Paulo: Digital books, 2005.

GOLÇALVES FILHO, Aurélio; TOSCANO, Carlos. **Física e realidade: Ensino médio Física 1.** 1ª Edição. São Paulo. Scipione, 2010.

GOLÇALVES FILHO, Aurélio; TOSCANO, Carlos. **Física e realidade: Ensino médio Física 3.** 1ª Edição. São Paulo. Scipione, 2010.

APENDICE – B

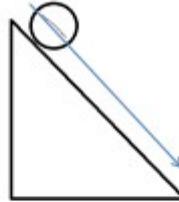
O ORGANIZADOR

OQUE É FORÇA?



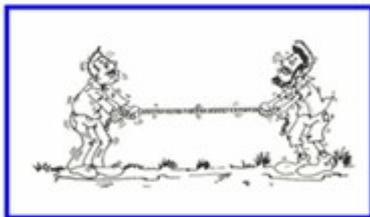
FORÇA PESO

A MÃO SEGURA A CORDA QUE, AO PASSAR PELAS DUAS ROLDANAS (POLIAS), SEGURA O "PESO"...



AS SETAS INDICAM A DIREÇÃO DO MOVIMENTO.

TIPOS DE FORÇA



FORÇAS DE CONTATO



FORÇAS DE AÇÃO A DISTÂNCIA

FORÇA GRAVITACIONAL



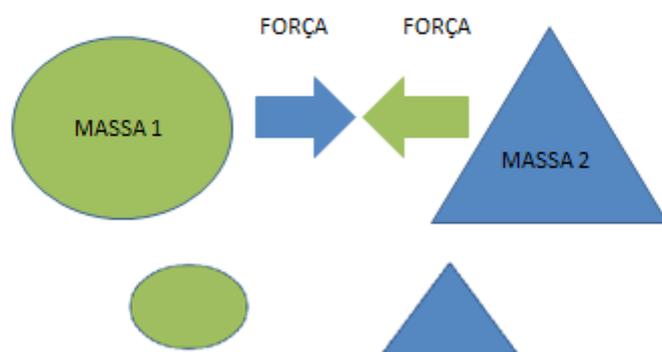
QUEDA LIVRE



ORBITA LUNAR

FORÇA DE ATRAÇÃO ENTRE MASSAS DIFERENTES

1ª LEI DE NEWTON



2ª LEI DE NEWTON

FORÇA GRAVITACIONAL



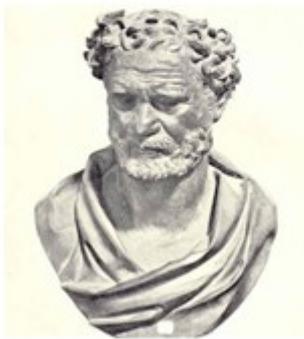
QUEDA LIVRE



A AINDA BOLA CAI?

DO QUE É FEITA A MATÉRIA?

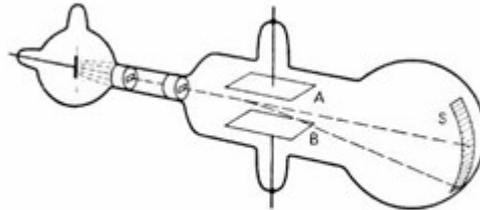
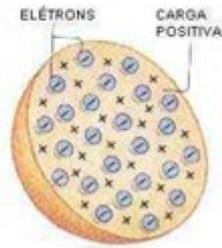
ÁTOMOS



TERRA
AR
ÁGUA
FOGO

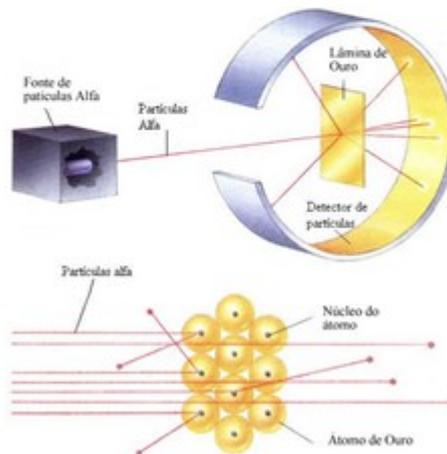
DO QUE É FEITA A MATÉRIA?

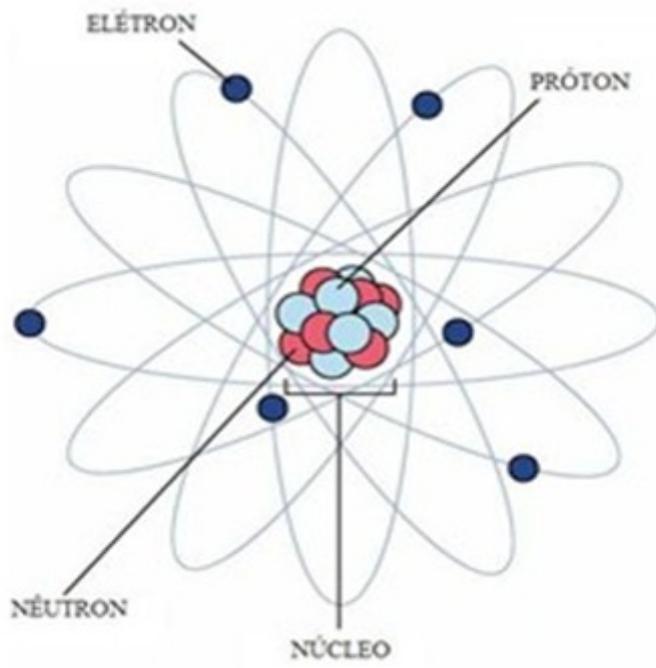
ÁTOMOS



DO QUE É FEITA A MATÉRIA?

ÁTOMOS

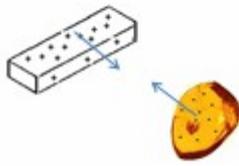




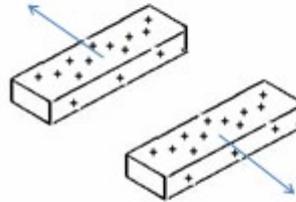
O QUE É CARGA?



FORÇA DE ATRAÇÃO E REPULSÃO



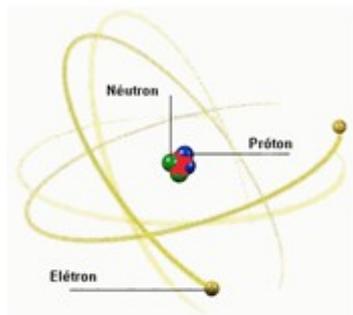
ATRAÇÃO



REPULSÃO

CARGA: CARACTERÍSTICA DA MATÉRIA QUE PERMITE AO CORPO SOFRER ATRAÇÃO OU REPULSÃO ELÉTRICA.

QUEM É A CARGA?



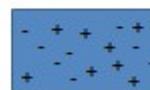
- PROTON: CARGA POSITIVA (+)
- ELÉTRON: CARGA NEGATIVA (-)
- NEUTRON: CARGA NEUTRA



CARGA POSITIVA

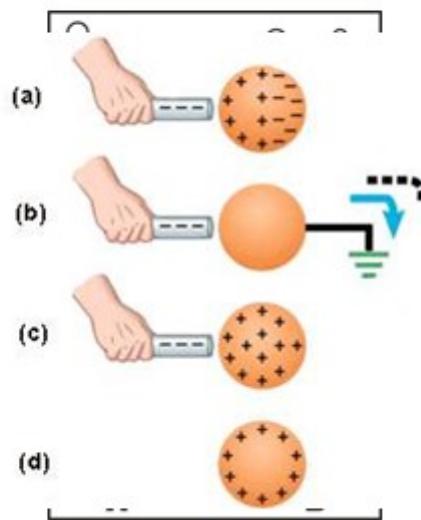


CARGA NEGATIVA

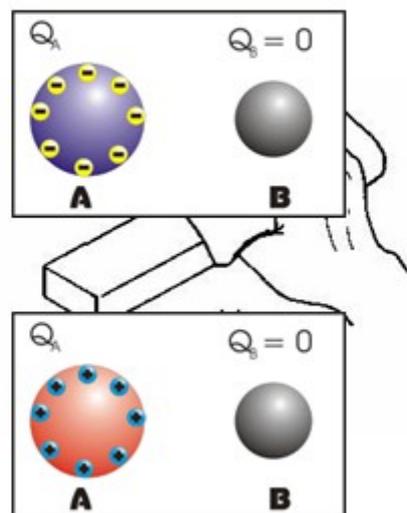


CARGA NEUTRA

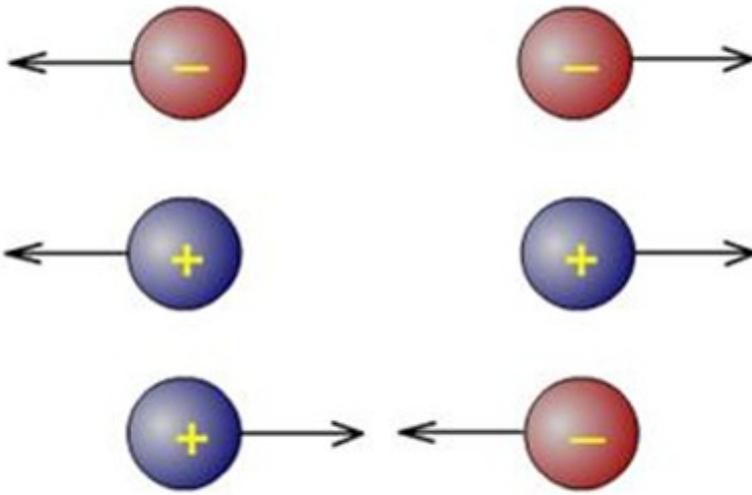
PROCESSOS DE ELETRIZAÇÃO?



PROCESSOS DE ELETRIZAÇÃO?



RESUMO SOBRE A FORÇA



APÊNDICE – C

AS AULAS

AULA 1- A aula foi realizada no dia 06 de agosto de 2012 e nesta aula foi aplicada uma avaliação (pré-teste) para verificar os conhecimentos prévios dos alunos e também foi utilizada para comparar com os resultados obtidos posteriormente no pós-teste. Sendo seus resultados importantes para o desenvolvimento das aulas posteriores, visto que de acordo com a teoria de Ausubel a parte mais importante é partir do que o estudante já sabe sobre o conteúdo e ensiná-lo de acordo com isso.

A partir de uma análise prévia dos resultados concluiu-se que a aplicação da ferramenta seria difícil, pois a mesma tem sua utilidade baseada na ideia de ancoragem, no processo de assimilação dos conceitos através da experimentação e devido as dificuldades apontadas no teste fazer uma introdução, através de um organizador prévio, antes de utilizar a ferramenta se mostrou uma estratégia necessária. Ausubel chama de organizadores prévios os materiais introdutórios que servirão para fazer uma ponte entre um determinado conteúdo específico e a estrutura cognitiva preexistente dos alunos.

AULA 2 – foi realizada no dia 13 de agosto de 2012 e foi utilizado recurso multimídia (data-show). Uma apresentação de 20 slides com gif's animados e imagens foi elaborada com base no livro texto e no planejamento das aulas. Nesta aula foram apresentados 10 slides que abordavam os conceitos gerais de força e as leis de Newton inerentes ao conteúdo trabalho (Força, Tipos de Força, Força Gravitacional, Estrutura da Matéria, Força elétrica, Conceito de Carga, Processos de Eletrização, Tipos de Força Elétrica, Leis de Newton), assim como suas aplicações. Sempre tendo a preocupação de motivar os estudantes às discussões de forma a participarem mais ativamente da aula. Ainda nesta aula foram abordados os conceitos relacionados a estrutura da matéria (átomos e suas partes constituintes) como subsídios para abordagem de outros assuntos referentes ao conteúdo.

AULA 3 – foi realizada no dia 20 de agosto de 2012, dando continuidade a apresentação da aula anterior. Antes de iniciar a aula foi realizada uma pequena revisão, junto aos alunos, abordando os pontos principais, que foram as semelhanças e as diferenças entre a força gravitacional e a elétrica, fazendo a comparação entre a massa e a carga para iniciar a aula a partir da estrutura da matéria, através da percepção microscópica do conceito de carga.

Nessa etapa da aula foram trabalhados os conceitos no nível atômico, partindo do nível macroscópico explorando os conceitos de carga, corpo carregado eletrização e seus processos, finalizando com o conceito de campo e refazendo todas as ponderações dentro do nível atômico, promovendo uma reconciliação integradora dos conceitos. Devido à diversidade de conceitos as discussões foram focadas nas ideias mais gerais relacionadas à força elétrica e o campo, a eletrização e seus processos, bem como a caracterização de quando um objeto se torna carregado.

AULA 4 – foi realizada no dia 27 de agosto de 2012, na sala do laboratório de informática, que já estava previamente preparado, com as simulações instaladas para serem utilizadas. Foi utilizado um “roteiro” (APÊNDICE D), de modo a organizar as atividades realizadas pelos alunos na perspectiva de que eles as realizassem dentro de um mesmo momento ou sincronia, mantendo um mínimo de organização dos alunos.

Este “roteiro” foi elaborado obedecendo a sequência das observações efetuadas junto a simulação e para cada etapa do roteiro concluída realizava-se uma pequena discussão/reflexão com os alunos em relação aos conceitos trabalhados. Antes de iniciar, a utilização da simulação foi explicada como operá-la. No início foi um pouco complicado para os alunos, mas após as primeiras explicações eles já demonstravam ter o domínio operacional da ferramenta. Nesta aula as simulações abordavam aspectos já trabalhados e o objetivo dos estudantes era responder as perguntas do roteiro (Apêndice XXX) antes e depois da execução da simulação, ou seja, previsão e testagem.

Em um primeiro momento trabalhando com os pêndulos neutros e depois variando as cargas entre os pêndulos até o momento onde ambos os pêndulos ficavam carregados. O objetivo foi a compreensão, por parte dos alunos, em que a força só ocorre quando ambos estão carregados isso implica que exista campo elétrico em ambos, um aplicando e sentindo a força ao mesmo tempo em que o outro. Quando não há cargas não há campo e, por conseguinte não há força resultante.

Outro aspecto abordado refere-se à representação dos sinais de um corpo carregado e neutro bem como os processos de eletrização. Estas representações são visíveis nas atividades da ferramenta onde, o pendulo carregado este representado pelo sinal de carga (+) para positivo e (-) para negativo. O corpo neutro está representado pelo pendulo sem sinal.

AULA 5 – foi realizada no dia 03 de setembro de 2012 na sala de informática. A aula seguiu a mesma dinâmica de pergunta e resposta da aula anterior baseada em um roteiro (Apêndice C). Nesta atividade a simulação iniciava a partir da última simulação da aula anterior, nesta simulação ambos os pêndulos estão carregados positivamente e fora observada a força de repulsão, caracterizada pelo afastamento dos dois pêndulos.

Esta aula tem como objetivo verificar os tipos de força presente conforme ocorresse a variação das cargas dos pêndulos. Foram 3 etapas: uma com ambos os pêndulos carregados com cargas positivas, a outra etapa os pêndulos estavam carregados negativamente e uma terceira com os pêndulos contendo cargas opostas. Em cada etapa um ou mais conteúdos das aulas anteriores foi retomado para complementar os fenômenos observados. Nesta aula além de verificar os tipos de força foi abordado os aspectos referentes à eletrização e ao campo elétrico, bem como as leis de Newton.

AULA 6 – foi realizada no dia 10 de setembro de 2012 na sala de informática. Seguindo a mesma dinâmica das aulas anteriores esta aula caracteriza-se pelo fato de conter elementos da primeira e segunda simulação. Estes estão sendo comparados com elementos novos, no caso um dos pêndulos possui uma quantidade maior de cargas que o outro e novamente tem como objetivo verificar como é o comportamento da força neste caso. É importante notar que o comportamento da força é só o observável, pois o que fica em evidência são as leis de Newton, mais especificamente, a lei da ação e reação, que transpondo para o caso da força elétrica, diz que mesmo em corpos com quantidades diferentes de cargas a força deve ser igual em intensidade.

AULA 7 – realizada no dia 24 de setembro de 2012, na sala de aula. Neste dia foi realizado o pós-teste (O_2), para efeitos de comparação com o pré-teste. Este teste foi aplicado já no quarto bimestre, com um intervalo de 49 dias em relação a data da aplicação do pré-teste. Na semana do dia 17 de setembro, foi a semana de avaliação bimestral e não foi possível realizar esta atividade neste período.

APÊNDICE – D

O ROTEIRO



ESCOLA ESTADUAL DA POLICIA MILITAR TIRADENTES

ALUNO(A): _____ TURMA: _____

QUESTIONÁRIO AULA 3 – SIMULAÇÃO 1

SIMULAÇÃO 1 - 1

- 1) NA TELA TEMOS 2 PENDULOS. ELES ESTÃO CARREGADOS OU ESTÃO NEUTROS? EXPLIQUE.
- A) NESTA SITUAÇÃO VOCE ACHA QUE EXISTE FORÇA ATUANDO SOBRE ELES? EXPLIQUE
- B) AO CLICAR EM INICIAR FOI VERIFICADA A OCORRENCIA DE FORÇA? EXPLIQUE O OBSERVADO

SIMULAÇÃO 1 – 2

- 2) NA TELA TEMOS 2 PENDULOS. ELES ESTÃO CARREGADOS OU ESTÃO NEUTROS? EXPLIQUE.
- A) NESTA SITUAÇÃO VOCE ACHA QUE EXISTE FORÇA ATUANDO SOBRE ELES? EXPLIQUE
- B) AO CLICAR EM INICIAR FOI VERIFICADA A OCORRENCIA DE FORÇA? EXPLIQUE O OBSERVADO.

SIMULAÇÃO 1 – 3

- 3) NA TELA TEMOS 2 PENDULOS. ELES ESTÃO CARREGADOS OU ESTÃO NEUTROS? EXPLIQUE.
- A) NESTA SITUAÇÃO VOCE ACHA QUE EXISTE FORÇA ATUANDO SOBRE ELES? EXPLIQUE
- B) AO CLICAR EM INICIAR FOI VERIFICADA A OCORRENCIA DE FORÇA? EXPLIQUE O OBSERVADO.

SIMULAÇÃO 1 – 4

- 4) NA TELA TEMOS 2 PENDULOS. ELES ESTÃO CARREGADOS OU ESTÃO NEUTROS?
EXPLIQUE.
- C) NESTA SITUAÇÃO VOCE ACHA QUE EXISTE FORÇA ATUANDO SOBRE ELES?
EXPLIQUE
- D) AO CLICAR EM INICIAR FOI VERIFICADA A OCORRENCIA DE FORÇA?
EXPLIQUE O OBSERVADO.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
NATURAIS – MESTRADO PROFISSIONAL



ESCOLA ESTADUAL DA POLICIA MILITAR TIRADENTES

ALUNO(A): _____ TURMA: _____

QUESTIONÁRIO AULA 4 – SIMULAÇÃO 2 E 3

SIMULAÇÃO 2 - 1

- 1) NA TELA TEMOS 2 PENDULOS. ELES ESTÃO CARREGADOS OU ESTÃO NEUTROS?
EXPLIQUE.
- A) NESTA SITUAÇÃO VOCE ACHA QUE EXISTE FORÇA ATUANDO SOBRE ELES?
EXPLIQUE
- B) AO CLICAR EM INICIAR FOI VERIFICADA A OCORRENCIA DE FORÇA? EXPLIQUE O
OBSERVADO

SIMULAÇÃO 2 - 2

- 2) NA TELA TEMOS 2 PENDULOS. ELES ESTÃO CARREGADOS OU ESTÃO NEUTROS?
EXPLIQUE.
- A) NESTA SITUAÇÃO VOCE ACHA QUE EXISTE FORÇA ATUANDO SOBRE ELES?
EXPLIQUE
- B) AO CLICAR EM INICIAR FOI VERIFICADA A OCORRENCIA DE FORÇA? EXPLIQUE O
OBSERVADO
- C) EM SUA OPINIÃO EXISTE ALGUMA SEMELHANÇA ENTRE ESTA OBSERVAÇÃO E A
OBSERVAÇÃO ANTERIOR? EXPLIQUE

SIMULAÇÃO 2 - 3

- 3) NA TELA TEMOS 2 PENDULOS. ELES ESTÃO CARREGADOS OU ESTÃO NEUTROS?
EXPLIQUE.
- A) NESTA SITUAÇÃO VOCE ACHA QUE EXISTE FORÇA ATUANDO SOBRE ELES?
EXPLIQUE

- B) AO CLICAR EM INICIAR FOI VERIFICADA A OCORRENCIA DE FORÇA? EXPLIQUE O OBSERVADO
- C) EM SUA OPINIÃO EXISTE ALGUMA SEMELHANÇA ENTRE ESTA OBSERVAÇÃO E A OBSERVAÇÃO ANTERIOR? EXPLIQUE

SIMULAÇÃO 3 - 1

- 4) NA TELA TEMOS 2 PENDULOS. ELES ESTÃO CARREGADOS OU ESTÃO NEUTROS? EXPLIQUE.
- A) NESTA SITUAÇÃO VOCE ACHA QUE EXISTE FORÇA ATUANDO SOBRE ELES? EXPLIQUE
- B) AO CLICAR EM INICIAR FOI VERIFICADA A OCORRENCIA DE FORÇA? EXPLIQUE O OBSERVADO

SIMULAÇÃO 3 - 2

- 5) NA TELA TEMOS 2 PENDULOS. ELES ESTÃO CARREGADOS OU ESTÃO NEUTROS? EXPLIQUE.
- A) NESTA SITUAÇÃO VOCE ACHA QUE EXISTE FORÇA ATUANDO SOBRE ELES? EXPLIQUE
- B) AO CLICAR EM INICIAR FOI VERIFICADA A OCORRENCIA DE FORÇA? EXPLIQUE O OBSERVADO
- C) EM SUA OPINIÃO EXISTE ALGUMA SEMELHANÇA ENTRE ESTA OBSERVAÇÃO E A OBSERVAÇÃO ANTERIOR? EXPLIQUE

SIMULAÇÃO 3 – 3

- 6) NA TELA TEMOS 2 PENDULOS. ELES ESTÃO CARREGADOS OU ESTÃO NEUTROS? EXPLIQUE.
- A) NESTA SITUAÇÃO VOCE ACHA QUE EXISTE FORÇA ATUANDO SOBRE ELES? EXPLIQUE
- B) AO CLICAR EM INICIAR FOI VERIFICADA A OCORRENCIA DE FORÇA? EXPLIQUE O OBSERVADO

SIMULAÇÃO 3 - 4

- 7) NA TELA TEMOS 2 PENDULOS. ELES ESTÃO CARREGADOS OU ESTÃO NEUTROS? EXPLIQUE.
- A) NESTA SITUAÇÃO VOCE ACHA QUE EXISTE FORÇA ATUANDO SOBRE ELES? EXPLIQUE
- B) AO CLICAR EM INICIAR FOI VERIFICADA A OCORRENCIA DE FORÇA? EXPLIQUE O OBSERVADO
- C) EM SUA OPINIÃO EXISTE ALGUMA SEMELHANÇA ENTRE ESTA OBSERVAÇÃO E A OBSERVAÇÃO ANTERIOR? EXPLIQUE

APÊNDICE – E

TESTE E GABARITO



ESCOLA ESTADUAL DA POLICIA MILITAR TIRADENTES

ALUNO(A): _____ TURMA: _____

1ª verificação

- 1) É comum associarmos a palavra “força” a situações em que arremessamos, carregamos, empurramos, puxamos ou amassamos algo. Além disso, a palavra “força” pode adquirir vários outros sentidos dependendo do contexto ao qual ela é empregada. Em Física, a palavra “força” é utilizada para descrever diversos fenômenos, onde seu significado caracteriza um sentido específico do uso da palavra. Através dos seus conhecimentos adquiridos, o que você entende por força?

Em física a palavra força indica uma interação, entre dois ou mais corpos, que provoca uma mudança no seu estado inicial de movimento ou uma mudança na sua forma provocada por pressão ou colisão.

- 2) A energia elétrica, muito utilizada nos dias atuais, tem como base a corrente elétrica que é caracterizada pelo movimento ordenado dos elétrons “livres” na superfície do condutor, quando este condutor está submetido a uma diferença de potencial (ddp). Os elétrons de carga negativa são empurrados por uma força, denominada força elétrica. A corrente elétrica é um resultado prático da aplicação da força elétrica. Com base nos seus conhecimentos, explique a força elétrica.

A força elétrica é um tipo de força de ação a distância, ou força de campo, que ocorre entre corpos que estão eletricamente carregados, sabe-se que existem dois tipos de cargas, ou sinais, a positiva e a negativa e por isso é observada na força elétrica dois tipos distintos de forças, a de Atração resultante da interação entre corpos carregados com cargas de sinais diferentes e a repulsão resultante da interação de cargas de sinais contrários. No caso da corrente elétrica, a ddp gera um campo entre os terminais provocando uma aceleração dos elétrons pela ação da força elétrica, originando a corrente elétrica.
--

- 3) A força gravitacional é a força de atração que ocorre entre as massas dos corpos, ou seja, a força depende diretamente da massa dos corpos. O que é necessário para que seja observada a força elétrica? Explique

Assim como na força gravitacional onde a massa do corpo é que interage com o campo gerado por outra massa. A força elétrica tem uma interação equivalente a gravitacional, mas não ocorre entre as massas dos corpos mas sim entre as cargas que existem nestes corpos. A massa ou quantidade de matéria é proporcional a força gravitacional, as cargas originam-se do desequilíbrio ou diferença entre as quantidades de prótons e elétrons que existe no corpo, onde o excesso de prótons indicaria uma carga positiva e o excesso de elétrons indicaria uma carga negativa, e dependendo da carga dos corpos é observados dois tipos distintos de força, a de atração e a de repulsão.
--

- 4) O que você entende sobre a afirmação: um objeto está eletricamente neutro.

Um objeto está eletricamente neutro quando a sua quantidade de cargas positivas e negativas são iguais, sendo assim este corpo não está apto a sofrer os efeitos da força elétrica. Geralmente dizemos que o corpo neutro está descarregado o que é uma Compreensão errônea pois a carga assim como a massa é uma característica intrínseca da matéria.

- 5) Qual a diferença entre o corpo eletricamente neutro e eletricamente carregado?

Um objeto está eletricamente neutro quando a sua quantidade de cargas positivas e negativas são iguais, sendo assim este corpo não está apto a sentir os efeitos da força elétrica. Um corpo está eletricamente carregado quando existe um desequilíbrio entre as quantidades de cargas positivas e negativas contidas neste corpo, com este desequilíbrio este corpo está apto a sentir os efeitos da força elétrica.
--

6) Como você explica o processo de eletrização?

O processo de eletrização ocorre em corpos neutros e que depois de passar pelo processo de eletrização
passa a ter uma certa quantidade de carga elétrica. Os processos pelo qual o corpo neutro passa para ficar
eletrizado são: o atrito, em que a eletrização ocorre por meio de fricção entre dois corpos, o contato, onde
a eletrização ocorre pelo simples toque entre os corpos e a indução, onde a eletrização ocorre pela ação do
campo gerado por uma carga que provoca uma reorganização das cargas do corpo induzido.

7) É observada através das experiências, que a força elétrica é uma força que pode ser atrativa, ou seja, aproxima os corpos carregados, mas também pode ser uma força repulsiva, ou seja, que afasta os corpos carregados. O que caracteriza a diferença entre uma força ser atrativa e a outra ser repulsiva?

O que influencia no tipo de força é justamente o tipo de carga que cada corpo possui quando está
ocorrendo à força. É demonstrado que cargas de mesmo sinal seja positivo ou negativa repelem-se e
cargas de sinais opostos se atraem.

8) Dois corpos carregados eletricamente com cargas em quantidades diferentes, podendo ou não ter o mesmo sinal. A intensidade da força elétrica entre eles será igual ou diferente? Explique.

Pela terceira lei de Newton e demonstrado que durante a interação entre dois corpos de cargas diferentes a
força resultante da interação entre elas é igual, ou seja, tem o mesmo valor, tem a mesmas direção, pode
ser na vertical ou horizontal, e tem o sentido contrário, neste caso específico a intensidade da força
elétrica entre os corpos será sempre igual independente do tipo de carga e da sua quantidade.

Obrigado!