

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E INOVAÇÃO - PPGI
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO - DIPESP
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO TECNOLÓGICO - MPET

ERLANDE D' ÁVILA DO NASCIMENTO

**O TEATRO CIENTÍFICO COMO ORGANIZADOR PRÉVIO DE
CONCEITOS DA ELETROSTÁTICA**

Manaus - AM

2018

ERLANDE DÁVILA DO NASCIMENTO

**O TEATRO CIENTÍFICO COMO ORGANIZADOR PRÉVIO DE
CONCEITOS DA ELETROSTÁTICA**

Dissertação apresentada ao programa de Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM, como parte do requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino Tecnológico.

ORIENTADOR: Prof. Dr. João dos Santos Cabral Neto

Manaus - AM

2018

Ficha Catalográfica
Márcia Auzier
CRB – 11/597

N244t Nascimento, Erlande D'Ávila do.

O teatro científico como organizador prévio de conceitos da eletrostática. / Erlande D'Ávila do Nascimento. – 2018.
138 p.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus* Manaus Centro, 2018.

Orientador: Prof. Dr. João dos Santos Cabral Neto.

1. Ensino tecnológico. 2. Aprendizagem significativa. 3. Eletrostática. 4. Teatro científico. 5. Ensino de física. I. Cabral Neto, João dos Santos. (Orient.) II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas III. Título.

CDD 371.33

ERLANDE D'ÁVILA DO NASCIMENTO

O TEATRO CIENTÍFICO COMO ORGANIZADOR PRÉVIO DE
CONCEITOS DA ELETROSTÁTICA

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino Tecnológico.

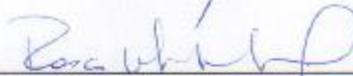
Linha de Pesquisa: Recursos para o Ensino Técnico e Tecnológico.

Aprovada em 27 de abril de 2018.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. João dos Santos Cabral Neto – Orientador
Instituto Federal do Amazonas (IFAM)



Profa. Dra. Rosa Oliveira Martins Azevedo – Membro Titular Interno
Instituto Federal do Amazonas (IFAM)



Prof. Dr. Fabian Cardoso Litaiff – Membro Titular Externo
Universidade do Estado do Amazonas (UEA)

Dedico este trabalho a minha esposa Érica D Ávila, aos meus filhos Daniel, Davi e Derik e aos meus pais Alderi e Delzuite, por serem a base de tudo que sou, pelo carinho, amor e por sempre acreditarem em mim.

AGRADECIMENTOS

Ao Senhor Deus por todas as vitórias concedidas.

Agradeço ao meu orientador, professor **Dr. João dos Santos Cabral Neto**, que desde a disciplina Metodologia da Pesquisa Científica no Ensino Tecnológico, tem me ensinado e me orientado de forma objetiva e equilibrada. Pela dedicação nas orientações semanais e pelos momentos que me conduziu no caminho correto, quando eu estava andando em círculos. No apoio nas atividades, nas revisões e no incentivo à minha participação nos eventos. Por ser uma benção de Deus na minha vida, um ponto de equilíbrio, um amigo que tem me ensinado não apenas com sua experiência e inteligência, mas também com seu exemplo de pai, esposo e acima de tudo um filho de Deus.

Agradeço aos **professores do MPET**, pelas aulas brilhantes que foram ministradas nas disciplinas obrigatórias e eletivas e pela atenção dispensada em todos os momentos.

A minha esposa **Érica D Ávila**, que sempre esteve ao meu lado, nos momentos bons e difíceis e sempre me incentivou e que renunciou muitas coisas para que através disso, eu conseguisse alcançar esta vitória. E ainda, pelos filhos maravilhosos que tenho Daniel Costa, Davi Costa e Derik Felipe que juntos são minhas fontes de inspiração.

Aos meus pais, **Alderi e Delzuite**, pela paciência e amor dedicado durante todos os anos. Por sempre acreditarem que eu conseguiria conquistar essa vitória e pelo carinho e amor durante essas mais de quatro décadas. Dedico a eles essa vitória, e também a minha irmã Aldeslândia D Ávila que nos momentos bons e difíceis esteve sempre presente ao meu lado.

A minha tia **Antônia D Ávila**, que durante 10 dias esqueceu tudo e todos e no hospital foi um instrumento do céu que Deus usou para que eu estivesse hoje com vida.

Agradeço aos colegas do MPET, **Marcus Marcelo, Silmar Antônio Buchner de Oliveira, Cristiano Ferreira, Luana Ugalde, Luciene Pinheiro, Eliane Barth, Raimundo Gouveia e Jânio Teixeira** que também contribuíram e muito para o meu crescimento durante esse período.

Agradeço aos alunos que participaram ativamente deste projeto. Em especial aos roteiristas **André Sales e Gianluca** que durante meses dedicaram-se a juntamente comigo a escrever esse roteiro. Muitos foram os momentos de alegria e de angustia, mas nunca desistiram da missão de construir um roteiro que abordasse os conceitos científicos da Física. Desejo a todos muito sucesso em suas carreiras.

Agradeço aos atores principais (**Paulo, João Victor e Vanessa**) pelo empenho durante os ensaios e na apresentação. Meus sinceros agradecimentos.

Agradeço as equipes: Diretores da peça, Cenários, Figurinistas, Operadores de Câmeras, Comunicação e Imprensa, Editores de videos e a Sonorização. Meu muito obrigado que continuem sempre empenhados a realizar uma peça teatral científica.

Agradeço ao aluno **André Alfonso Peixoto** (4º ano do Ensino Médio) pelo empenho constante como narrador da peça. Incentivando, colaborando nos ensaios e participando ativamente na construção do teatro científico.

Agradeço a aluna **Andréia Jerônimo** (aluna do 2º ano do Ensino Médio) pelas colaboração na construção do material para divulgação da peça: banner, folders, cartazes e a programação. Agradeço de coração.

Por fim, um agradecimento especial ao amigo **Uthant Benício de Paiva**, que é aquele irmão em todos os momentos. Mesmo não tendo necessidade, sempre me ajudou, incentivou e acreditou que conseguiríamos. Desde a seleção, até a conclusão do mestrado acreditou que eu conseguiria, obrigado amigo.

RESUMO

O ensino e aprendizagem da eletrostática, conteúdo geralmente apresentado no último ano do ensino médio, além das abordagens matemáticas e álgebra vetorial, requer do aluno conhecimentos prévios de conceitos vistos nas séries anteriores e destacam-se os conceitos de força, energia e campo. Mas nem sempre, esses conhecimentos prévios, contidos na estrutura cognitiva do aluno, têm o seu significado científico estabilizado e apesar da familiaridade com o conceito ainda se identifica dificuldade na aprendizagem. Vemos no teatro científico uma proposta de trabalho capaz de promover a organização de conhecimentos prévios dos alunos, que trabalha o potencial que as pessoas possuem de expressão e comunicação consciente. A presente pesquisa tem como objetivo investigar em que aspectos o teatro científico pode se configurar como um organizador prévio para a aprendizagem significativa de conceitos da eletrostática para alunos do segundo ano do Ensino Médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre (Ifac), *campus* Rio Branco. Para nortear nossa pesquisa, utilizou-se a Pesquisa-ação como metodologia de pesquisa e para coletar os dados utilizou-se o questionário diagnóstico, entrevistas e roteiro da peça. Para o estudo do teatro científico como organizador prévio, fundamenta-se a proposta na teoria da aprendizagem significativa e organizadores prévios. Participaram desta pesquisa dois grupos de alunos. O grupo que é o foco deste trabalho foi constituído de 24 alunos do 2º ano do Ensino Médio que assistiram à peça teatral (plateia). O outro grupo contendo 33 alunos do 3º ano do Ensino Médio colaborou na construção do roteiro, na operacionalização da peça teatral e sua encenação. Para identificar os conhecimentos prévios dos alunos, aplicamos um questionário diagnóstico e a partir dos resultados obtidos, elaborou-se a proposta de implementação do teatro científico como organizador prévio de conceitos da eletrostática. Os resultados comprovaram a eficácia do teatro científico como organizador prévio para alunos do segundo ano do Ensino Médio, além de promover aprendizagem nos alunos que participaram como atores e corpo técnico de apoio. Elaborou-se um manual de orientação, como produto dessa pesquisa, intitulado “O teatro científico como o organizador prévio de conceitos da eletrostática - Manual de orientação ao professor”, com o objetivo de incentivar o ensino e aprendizagem de conceitos da eletrostática por meio do teatro científico nas escolas.

Palavras-chave: Eletrostática; Aprendizagem Significativa; Teatro Científico; Organizador Prévio; Ensino de Física.

ABSTRACT

The teaching and learning of electrostatics, content usually presented in the last year of high school, in addition to mathematical approaches and vector algebra, requires the student previous knowledge of concepts seen in previous series and emphasize the concepts of strength, energy and field. But not always, this prior knowledge, contained in the cognitive structure of the student, has its scientific meaning stabilized and despite the familiarity with the concept still identifies difficulty in learning. We see in the scientific theater a proposal of work capable of promoting the organization of previous knowledge of students, which works the potential that people have of expression and conscious communication. The present research aims to investigate in which aspects the scientific theater can be configured as a previous organizer for the significant learning of electrostatic concepts for students of the second year of High School of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Acre (Ifac), Rio Branco Campus. To guide our research, the Research-action was used as research methodology and to collect the data was used the diagnostic questionnaire, interviews and script of the theater play. For the study of the scientific theater as a previous organizer, the proposal is based on significant learning theory and previous organizers. Two groups of students participated in this research. The group that is the focus of this work was composed of 24 students of the 2nd year of High School who attended the play (audience). The other group containing 33 students from the 3rd year of high school collaborated in the construction of the script, in the operationalization of the play and its staging. In order to identify students' prior knowledge, we applied a diagnostic questionnaire and based on the results obtained, the proposal was made to implement the scientific theater as a previous organizer of electrostatic concepts. The results proved the efficacy of the scientific theater as a previous organizer for second year high school students, besides promoting learning in the students who participated as actors and support staff. An orientation manual was developed as a product of this research, entitled "The scientific theater as the previous organizer of electrostatic concepts - Teacher orientation manual", with the objective of encouraging the teaching and learning of electrostatic concepts through scientific theater in schools.

.

Keywords: Electrostatic; Significant Learning; Scientific Theater; Previous Organizer; Teaching Physics.

.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Plano de implementação do organizador prévio	54
Quadro 2: Significados dado as grandezas física	58
Quadro 3: Resultado do questionário aplicado aos alunos do segundo ano	59
Quadro 4: Conhecimentos prévios existentes no questionário diagnóstico	60
Quadro 5: Exemplos das respostas dos alunos do grupo do teatro.....	61
Quadro 6: Textos científicos utilizados na construção da peça.....	63
Quadro 7: Resultados do pós-espetáculo com 24 alunos do segundo ano	73
Quadro 8: Depoimento sobre a participação na peça teatral	77

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Planta do teatro de Epidauro que podia acolher cerca de 14.000 espectadores	25
Figura 2: Teatro de Pompeu construído em 55 a.C por Pompeu Magno	26
Figura 3: Fases da pesquisa-ação	47
Figura 4: Caixa sendo empurrado por uma pessoa.....	61
Figura 5: Representação de uma montanha russa.....	62
Figura 6: Apresentação e análise dos artigos científicos.....	64
Figura 7: Socialização da proposta.....	64
Figura 8: Apresentação da sinopse da peça	65
Figura 9: Síntese da sinopse da peça	65
Figura 10: Construção do roteiro da peça teatral.....	65
Figura 11: Construção do roteiro a partir dos textos	65
Figura 12: Apresentação do roteiro aos alunos	66
Figura 13: Definição do calendário de reuniões	66
Figura 14: Reunião de composição das equipas	66
Figura 15: Definição das tarefas de cada equipa	66
Figura 16: Reunião para criação dos materiais de divulgação da peça teatral	67
Figura 17: Definição dos materiais de divulgação da peça	67
Figura 18: Divulgação no mural do <i>campus</i>	67
Figura 19: Divulgação através de banner e faixa	67
Figura 20: Montagem do cenário.....	68
Figura 21: Montagem de som e iluminação	68
Figura 22: Montagem de cameras para gravação do vídeo	68
Figura 23: Materiais utilizados nas cenas.....	68
Figura 24: Ensaio na sala de aula	69
Figura 25: Leitura e observação da interpretação dos personagens	69
Figura 26: Ensaio geral.....	70
Figura 27: ensaio teste	70
Figura 28: Equipe de atores.....	70
Figura 29: Ensaio com ajustes nas falas	70
Figura 30: Apresentação da peça teatral científica “Os três conhecimentos”	72
Figura 31: Foco e concentração na apresentação das cenas	72
Figura 32: Platéia de alunos do ensino médio integrado	72

Figura 33: Final da apresentação da peça teatral científica “Os três conhecimentos”	72
Figura 34: Caixote empurrado por uma pessoa	90
Figura 35: Representação de uma montanha russa.....	90
Figura 36: Representação de bolas em queda livre	91
Figura 37: Gráfico da ação de uma força	91
Figura 38: Representação de bolas de poliestireno carregadas eletricamente.....	92
Figura 39: Representação de dois objetos carregados eletricamente com cargas iguais.....	92
Figura 40: Representação de dois objetos carregados eletricamente com cargas diferentes....	92
Figura 41: Representação do lançamento de uma bola de tênis	93
Figura 42: Representação do campo gravitacional da Terra	93
Figura 43: Representação da força resultante sobre uma carga.....	94

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
1 ASPECTOS IMPORTANTES SOBRE A APRENDIZAGEM DE CONCEITOS DA ELETROSTÁTICA.....	18
1.1 Sobre os conceitos de força, campo e energia	19
1.2 Dificuldades na aprendizagem de eletrostática.....	20
2 UMA BREVE HISTÓRIA DO TEATRO E O TEATRO CIENTÍFICO	24
2.1 O conceito de teatro científico	29
2.2 Algumas experiências no ensino da relação ciência e teatro	30
3 ORGANIZADORES PRÉVIOS.....	33
3.1 Aspectos fundamentais da teoria da aprendizagem significativa.....	33
3.2 O que são os organizadores prévios?	35
3.3 Qual a função do organizador prévio?	38
3.4 Tipos de organizadores prévios.....	39
3.4.1 Organizador Expositivo	39
3.4.2 Organizador Comparativo.....	40
3.5 Exemplo do uso de organizadores prévios no ensino	41
3.6 O teatro científico como organizador prévio	44
4 CONCEPÇÃO E ORGANIZAÇÃO DA PESQUISA	46
4.1 Pressupostos metodológicos	46
4.2 Elementos básicos da pesquisa	48
4.2.1 Objeto de estudo.....	48
4.2.2 Problema de pesquisa.....	48
4.2.3 Questões norteadoras da pesquisa.....	48
4.2.4 Objetivo Geral.....	49
4.2.5 Objetivos Específicos.....	49
4.2.6 Sujeitos da pesquisa	49
4.3 Roteiro da pesquisa	49
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	58
5.1 Levantamento dos conhecimentos prévios dos espectadores	58
5.2 Levantamento dos conhecimentos prévios do grupo do teatro	60
5.3 A peça teatral científica como organizador prévio	62
5.4 Os resultados dos pós-espetáculo.....	70
5.5 Os efeitos da peça teatral na aprendizagem do grupo do teatro.....	75
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	80
REFERÊNCIAS	83
APÊNDICES	89

INTRODUÇÃO

Esta pesquisa surgiu com a aprovação do pesquisador no Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico – MPET, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (Ifam), *campus* Manaus Centro. O MPET abrange duas linhas de pesquisa e dentro das apresentadas escolheu-se a linha de pesquisa 2 “Recursos para o Ensino Técnico e Tecnológico”, que iria possibilitar ao pesquisador desenvolver recursos pedagógicos, processos investigativos e ampliar sua prática educacional.

Durante a disciplina de Metodologia da Pesquisa no Ensino Tecnológico, o pesquisador teve contato através da revista “A Verdade dos Quatro” com o projeto intitulado *Física pela Arte*, desenvolvido no curso de Licenciatura em Física do Ifam, *campus* Manaus Centro, sob a coordenação do Prof. Dr. João do Santos Cabral Neto, que inseriu a Arte no ensino de Física. Com isso, foi observado uma forma diferente de desenvolver o ensino e aprendizagem na Física.

A Física (do grego *physis*, natureza) é considerada a origem de todas as ciências e da tecnologia, pois estuda as partes básicas de determinado fenômeno e as leis que regem suas interações (TORRES et al, 2013).

Diante das inúmeras transformações no mundo atual, é necessário compreender e saber qual física mostrar e qual modelo possibilita formar um cidadão apto a enfrentar os problemas ao seu redor e da sociedade que lhe cerca. Qual física ensinar, para torná-lo reflexivo e tomador de decisões diante dos problemas existentes na sociedade.

O eletromagnetismo é uma interação fundamental no ensino e aprendizagem de física. Segundo Nussenzveig (1997, p.1), é “[...] muito mais importante do que a gravitação no domínio que nos é mais familiar [...]” porque é responsável pelo surgimento de grande parte dos fenômenos físicos e químicos presentes em nosso dia a dia.

No desenvolvimento da Física Clássica, a compreensão de fenômenos a luz do eletromagnetismo proporcionou uma revolução tecnológica na indústria, na medicina e nos meios de comunicação, entre outros.

Vários pesquisadores relataram algumas dificuldades de aprendizado de conceitos do eletromagnetismo. No conteúdo eletrostática, essas dificuldades são mencionadas nas pesquisas de (BOSS, 2009; MARTÍN; SOLBES, 2001; FURIÓ; GUIASOLA, 2001; KRAPAS; DA SILVA, 2008).

Além disso, como docente em Física há quatorze anos, o pesquisador também constatou inúmeras dificuldades na compreensão dos conceitos da eletrostática. Uma possível forma de amenizar essas dificuldades enfrentadas no processo de ensino e aprendizagem desses conceitos é o uso de estratégias que atendam às necessidades que os alunos têm para estarem aptos a transpor esses conhecimentos numa situação problema mais complexa.

Em busca de maneiras para solucionar essas dificuldades, foi proposto a implementação do teatro científico como organizador prévio de conceitos da eletrostática, no enfoque dos conceitos de força, energia e campo, observando a forma como o aluno organiza seu conhecimento.

Esses conceitos podem relacionar-se com seu desenvolvimento histórico, o perfil conceitual e situações no cotidiano que podem favorecer a construção do conhecimento e contribuir para uma aprendizagem significativa de conceitos da eletrostática.

Através do teatro científico, pode-se ter uma proposta de trabalho capaz de organizar os conhecimentos prévios dos alunos, que trabalha o potencial lúdico, a expressão e comunicação perspicaz, para uma aprendizagem significativa dos conceitos da eletrostática.

Não se espera resolver todas as dificuldades, mas busca-se saber: “Em quais perspectivas o teatro científico, como organizador prévio pode contribuir para promover aprendizagens significativas de alunos do segundo ano do ensino médio de conceitos da eletrostática? ”.

Entende-se, conforme indica Shimizu (2014), que o desafio enquanto professor é buscar formas diferentes de desenvolver o conteúdo e toda a construção de conceitos vem da interação do aluno com diversas situações e vínculos possíveis com sua realidade.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCNs Física, o desenvolvimento de competências no ensino de física deve ser buscado “novas e diferentes formas de expressão do saber da Física, desde a escrita, (...), até a linguagem corporal e artística” (BRASIL, 2002, p.84)

No artigo 36, inciso I, da Lei das Diretrizes e Bases da Educação - LDB (BRASIL,1996), destaca a educação tecnológica básica, a clareza do significado da ciência, das letras e das artes e do processo histórico de transformação da sociedade e da cultura. Entre ciência e arte, sempre devem ser respeitadas as características de cada uma, pois mesmo separadas elas se completam (ZANETIC, 2006).

Segundo Tenfen (2016), a Base Nacional Comum Curricular – BNCC exigirá dos docentes, para Ciências e Física, um extenso conhecimento histórico e epistemológico, tanto para a superação de pensamentos distorcidos sobre a Natureza da Ciência quanto para o planejamento e

desenvolvimento de ações pedagógicas firmes com as hipóteses educacionais do documento.

A escolha do teatro científico como organizador prévio foi devido a possibilidade de se trabalhar novas, diferenciadas e inovadoras metodologias, que poderão gerar bons resultados e ainda, investigar se através do teatro científico como organizador prévio, os alunos compreenderam os conceitos de força, energia e campo que são conhecimentos prévios para os novos conceitos que serão abordados na eletrostática.

A proposta de investir na arte como recurso pedagógico, combina com a proposta de pesquisa em questão que é de usar o teatro científico como organizador prévio capaz de promover a organização de conhecimentos prévios dos alunos para a aprendizagem de conceitos da eletrostática.

O objetivo geral deste trabalho é investigar em que aspectos o teatro científico pode se configurar como um organizador prévio para a aprendizagem significativa de conceitos de eletrostática para estudantes do segundo ano do Ensino Médio.

De maneira mais específica, discutir o uso do teatro científico como organizador prévio de conceitos da Física. Em seguida, elaborar um roteiro de uma peça teatral científica que visa a organização e compatibilidade de conceitos para a aprendizagem da eletrostática. E por fim, avaliar a peça teatral científica sob a perspectiva de um organizador prévio de conceitos da eletrostática.

Para alcançar os objetivos elencados, elegeu-se a pesquisa-ação de tipo estratégica como metodologia de pesquisa. Entende-se que esta escolha proporcionará uma metodologia de pesquisa orientada à prática educacional, um procedimento essencialmente pedagógico à medida que ocorra uma ação que promova atitudes problematizadoras e contextualizadoras da prática docente, concebida como mediação para a construção do conhecimento, com os vínculos, teoria e prática, pensar e agir, pesquisar e formar (SANDÍN ESTEBAN, 2010; ANDALOUSSI, 2004; GHEDIN; FRANCO, 2011).

A presente proposta de trabalho está constituída de cinco capítulos, os quais estão estruturados da seguinte forma:

No capítulo 1 é apresentado os aspectos importantes sobre a aprendizagem de conceitos da eletrostática. Em seguida, os conceitos de força, campo e energia e as principais dificuldades na aprendizagem de eletrostática.

No Capítulo 2 é apresentado uma breve história do teatro e o teatro científico. Em seguida, é tratado o conceito de teatro científico e apresentado algumas experiências no ensino da relação

ciência e teatro.

No Capítulo 3 são apresentados os organizadores prévios, iniciando com os aspectos fundamentais da teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. Em seguida, o conceito, a função e o tipo de organizadores prévios. E por fim, alguns exemplos do uso de organizadores prévios no ensino e o teatro científico como organizador prévio.

No Capítulo 4 é apresentado a concepção e a organização da pesquisa que abrange os pressupostos metodológicos, os elementos básicos da pesquisa, os objetivos, sujeitos e roteiro da pesquisa.

No Capítulo 5 é feita uma discussão e análise dos resultados da pesquisa, nos quais são apresentados os conhecimentos prévios, o desempenho, o desenvolvimento e os efeitos na aprendizagem dos envolvidos após a aplicação do teatro científico.

Por fim, as considerações finais, onde é apresentado a visão pesquisador em relação ao desenvolvimento da pesquisa, obstáculos enfrentados, possíveis recomendações e cuidados para sua aplicação.

1 ASPECTOS IMPORTANTES SOBRE A APRENDIZAGEM DE CONCEITOS DA ELETROSTÁTICA

A chegada no terceiro ano do ensino médio proporciona ao aluno seu encontro com o eletromagnetismo, conteúdos que envolvem a eletrostática, eletrodinâmica e o magnetismo. O processo de ensino e aprendizagem desses conteúdos requer do aluno conhecimentos prévios a respeito dos conceitos de força, campo e energia, vistos nos anos anteriores.

Durante o processo de ensino, quando se descrevem os vários fenômenos que envolvem o conceito de carga elétrica, as interações entre partículas carregadas podem ser compreendidas por meio de novos conceitos: força, campo e energia. Se não ficar suficientemente claro para o estudante cada um desses conceitos, na forma como se deu a elaboração e proposição deles dentro da eletrostática, estabelecendo suas relações, suas diferenças e aplicação, o insucesso no processo ensino-aprendizagem tem maior chance de acontecer.

Em geral, os planos de ensino priorizam o desenvolvimento de habilidades para a solução de problemas focados no tratamento matemático e da álgebra vetorial. A possibilidade de implementar como estratégia de ensino, o teatro científico, sendo um conjunto organizado de ideias, conceitos científicos, ações, expressão e comunicação, e ainda oferecer aos alunos a experiência em pensar criativamente, leva-nos à questão da utilização do teatro científico no ensino de física para aprendizagem de ideias relevantes que sirvam de ancoradouros para aprendizagem significativa do eletromagnetismo no conteúdo eletrostática, a respeito dos conceitos de força, campo e energia.

Não se quer dizer que nos anos anteriores ao terceiro ano o aluno não tenha aprendido tais conceitos e que não tenha habilidades para a solução de problemas no contexto da Física básica, na mecânica newtoniana. Mas, o contato com as leis de Newton, com os princípios da conservação pode ter tornado ainda mais familiar os conceitos de força, campo e energia. Contudo, até que ponto essa aprendizagem tornou-se significativa? Pozo e Crespo (2006, p.194) afirmam que “as dificuldades de aprendizagem do estudante estão determinadas pela forma como ele organiza seu conhecimento a partir de suas próprias teorias implícitas sobre o mundo que o rodeia”.

Considera-se a experiência do pesquisador com o processo de ensino e aprendizagem do eletromagnetismo, em especial a eletrostática. Algo que pode ser comum de se pensar é: o que gera interesse para estudar eletrostática? Frente a isso, observa-se seus conceitos e as principais

dificuldades nesse processo de ensino e aprendizagem.

1.1 Sobre os conceitos de força, campo e energia

Uma das propriedades da matéria é a carga elétrica, que por convenção é chamada positiva ou negativa, e quando duas cargas elétricas interagem há a possibilidade de atração ou repulsão. A eletrostática é o caso em que as cargas elétricas estão em repouso em relação a um referencial inercial, força, campo e energia não variam com o tempo.

O fenômeno da atração ou repulsão entre cargas elétricas pode ser descrito e compreendido por meio dos conceitos força, derivando-o para o conceito de força elétrica, campo, derivando-o para o conceito de campo elétrico e o mesmo para a energia, energia potencial elétrica. Algo semelhante ao fenômeno da atração é estudado no ano anterior ao terceiro ano quando se discute o fato dos objetos serem atraídos pela Terra, tema gravitação.

A força elétrica entre duas cargas elétricas se mostra proporcional ao produto das cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância, também conhecida como Lei de Coulomb¹.

O campo elétrico é o efeito produzido pela presença de uma carga elétrica (ou uma distribuição de cargas elétricas) numa dada região do espaço, afeta todos os pontos do espaço que só é percebido por uma outra carga elétrica (carga de prova). É uma descrição alternativa para saber sobre a força elétrica de atração ou repulsão entre duas cargas elétricas, entretanto um conceito mais abstrato que o da força elétrica principalmente porque esse espaço é vazio, vácuo. Por outro lado, pode-se dizer que na região do espaço onde há campo elétrico, manifesta-se uma de suas propriedades: armazenar energia, a energia potencial.

A descrição acima sobre força elétrica, campo elétrico e energia potencial elétrica pode ser vista pelo estudante do terceiro ano do ensino médio como complexa, porque de fato é. Ele pode ter alguma familiaridade com fenômenos descritos pela eletrostática, mas sendo apresentado a ideias diferentes e mais complexas que as suas as dificuldades para compreender os conceitos surgem: “[...] o mundo idealizado que a ciência apresenta e o mundo real que o aluno observa”

¹ O fenômeno da atração e repulsão entre cargas elétricas foi estudado por Charles Augustin de Coulomb (1736-1806). Coulomb, utilizando uma balança de torção, pôde observar que as forças de atração e repulsão elétricas são diretamente proporcionais ao produto das cargas e inversamente proporcionais ao quadrado da distância entre elas (MAGALHÃES; SANTOS; DIAS, 2002).

(POZO; CRESPO, 2006, p. 192).

Portanto, na tarefa de ensinar os conceitos de força elétrica, campo elétrico e energia potencial elétrica pode surgir complicações que necessitam de mais atenção do professor, e essas podem se tornar em dificuldades na aprendizagem dos alunos.

1.2 Dificuldades na aprendizagem de eletrostática

Furió e Guisasola (2001) destacam algumas dificuldades: (i) a diversidade de terminologia usada para ideias científicas distintas e as concepções dos alunos sobre essas ideias. Assunto tratado por Krapas e da Silva (2008), onde discute a polissemia do conceito de campo em vários livros de ensino de física; (ii) de estabelecer relação de causa e efeito entre o que veem e as grandezas físicas que lhe são ensinadas; (iii) a compreensão dos conceitos requer maior demanda cognitiva, abstração, também levantada por Martín e Solbes (2001) especialmente para o conceito de campo elétrico; (iv) dificuldade em compreender conceitos tidas nas séries anteriores do ensino médio se propagam até o terceiro ano do ensino e média, por exemplo, os conceito de força, campo e energia estão presentes em todas as séries do ensino médio no ensino de física.

Martín e Solbes (2001), ainda apontam que não se pode relacionar facilmente fenômenos da eletrostática, com se fez na mecânica, com o cotidiano do aluno e as interações entres cargas elétricas podem ser descritas de diversas formas (por meio da força elétrica, campo elétrico ou energia potencial elétrica), um mesmo problema observado por diferentes perspectivas.

Segundo Boss (2009), alunos ingressos no ensino superior, na disciplina de Física Geral III, quando perguntados sobre o que entendiam por carga elétrica suas respostas evidenciaram várias confusões sobre esse conceito, apenas 6% dos alunos definiram carga elétrica como uma propriedade da matéria.

Este conceito é visto no ensino médio e a confusão propaga-se para o ensino superior, e dele define-se vários outros conceitos, tais como: força elétrica, campo elétrico e energia potencial elétrica. O autor questiona: “como é possível, para o aluno, entender aqueles conceitos definidos a partir do conceito de carga elétrica se ele não compreende o que é carga?” (BOSS, 2009, p.60). Considera que o conceito de carga elétrica é um requisito para vários outros e se o aluno não o tem, não aprendeu de forma significativa este e os conceitos derivados dele.

Pesquisas realizadas no ensino de física assinalam várias dificuldades na aprendizagem

dos conceitos que envolvem a eletrostática. Essas dificuldades encontradas revelam que os conceitos envolvidos são de alta demanda cognitiva e se apoiam em pré-requisitos fundamentais introduzidos na eletrostática, como por exemplo campo e potencial elétricos (WEISS, 2006).

Assim, uma nítida compreensão dos conceitos que são introduzidos na eletrostática são essenciais para adquirir um melhor conhecimento dos demais fenômenos eletromagnéticos. Além do conceito de campo e potencial elétrico, ainda se revela dificuldades na aprendizagem do conceito de força elétrica, conceito dentro da mecânica newtoniana que podia ser de fácil compreensão (MARTIN; SOLBES, 2001).

De acordo Furió e Guisasola (2001), os trabalhos que abordam sobre as dificuldades de aprendizagem do conceito de campo expõe que os estudantes ficam ligados a utilizar as informações recebidas ao longo da instrução. No geral, os estudantes empregam uma única estratégia que consiste, em geral, na aplicação de uma “receita”.

Na visão de Furió e Guisasola (2001), a dificuldade de aprendizagem de eletrostática, traduz-se no fato do professor passar diretamente de uma visão newtoniana da eletricidade para uma visão energética sem esclarecer a necessidade desta mudança qualitativa. O professor introduz o conceito sem considerar seu ponto de vista, faz com que a maioria dos professores não tenha em conta a mudança ontológica² que se produz ao passar de uma visão coulombiana³ a outra de campo elétrico como forma de conceber a interação elétrica.

As dificuldades na aprendizagem se devem frequentemente ao observar mudanças nos significados atribuídos aos conceitos por não ter em conta nem os contextos da verificação que os construíram nem sua evolução nas mudanças contextuais teóricas que os sucedem na história (FURIÓ; GUIASOLA, 2001).

Furió e Guisasola (2001), destacam ainda que as dificuldades na aprendizagem se devem também a forma como estes conteúdos são geralmente tratados nos livros texto, onde observa-se distorções nos significados atribuídos aos conceitos por não ter em conta nem as circunstâncias de investigação que os construíram nem sua evolução nas mudanças no contexto teórico que os sucedem na história.

Do ponto de vista de Martin e Solbes (2001), as dificuldades de aprendizagem do conceito

² A palavra é formada através dos termos gregos *ontos* (ser) e *logos* (estudo, discurso). Engloba algumas questões abstratas como a existência de determinadas entidades, o que se pode dizer que existe, qual o **significado do ser** etc. Disponível em: <<https://www.significados.com.br/ontologia/>>. Acesso em: 07 mai. 2017.

³ A visão coulombiana refere-se a Lei de Coulomb, formulada por Charles Augustin Coulomb (1736-1806).

de campo, em especial o campo elétrico, tem sido muito difícil. A primeira refere-se as dificuldades que se encontra para realizar uma introdução qualitativa do campo, dado o elevado nível de abstração dos conceitos implicados. Em segundo lugar, não se pode relacionar facilmente com a experiência cotidiana dos alunos, como pode ocorrer com os vários conceitos de mecânica. Em terceiro lugar, durante o processo de ensino ocorre constantemente que as interações entre partículas podem ser descritas de diversas formas (força, campo, energia, etc.) e é possível desorientar os alunos se não ficar suficientemente claros os conceitos, estabelecendo suas relações, suas diferenças e âmbitos de aplicação.

Martin e Solbes (2001), sustentam que a maioria das situações estudadas correspondem a casos estáticos, onde se combina a teoria newtoniana (que interpreta as interações entre as cargas ou massa pela distância e forças instantâneas) e a teoria de campo (que os interpreta como interações locais com o campo pré-existente no ponto em que a referida carga ou massa).

Tudo isso é feito sem mostrar as limitações da teoria newtoniana, principalmente nos casos em que os campos dependem do tempo, sem as vantagens da segunda, permitindo compreender estas situações, as áreas de integração física foram inicialmente separado como óptico e electromagnetismo, etc (MARTIN; SOLBES, 2001).

Weiss (2006) destaca que em relação ao conceito de potencial, as dificuldades na aprendizagem ocorrem por uma introdução do conceito puramente operativa e pouco significativa para os estudantes, pois definem somente o aspecto quantitativo do potencial. Enfatiza que a não relação entre o conceito energético de potencial e o movimento das cargas é uma consequência da carência de significado deste conceito.

De acordo com Weiss (2006), vários outros aspectos justificam as dificuldades de aprendizagem de eletrostática. Os conceitos de campo e força, e ainda de potencial elétrico, são consenso no geral no ensino de física e destaca três pontos fundamentais que são: (i) o caráter abstrato destes conceitos; (ii) a dificuldade de associar estes conceitos a situações do cotidiano dos alunos e (iii) nas representações associadas aos conceitos que devem ser aprendidas enquanto os conceitos também são ensinados.

Para o pesquisador que atua como professor de Física, a utilização de recursos e estratégias voltadas para amenizar as dificuldades enfrentadas no processo de ensino e aprendizagem são fundamentais, mas ainda pode-se fazer mais em relação as necessidades que os alunos têm para estarem aptos a transpor seus conhecimentos numa situação problema mais complexa. As

dificuldades na aprendizagem dos conceitos de força, campo e energia, no contexto da eletrostática, observando a forma como o aluno organiza seu conhecimento, pode ser dirimida com a implementação de recursos inovadores como o teatro científico.

Não se espera resolver todas as dificuldades na aprendizagem de eletrostática com o uso do teatro científico. Parte-se do pressuposto de que subjacente aos conceitos de força elétrica, campo elétrico e energia potencial elétrica, discutidos na aprendizagem de eletrostática, há os conceitos de força, campo e energia que são conhecimentos prévios fundamentais. É necessário, portanto, que o conhecimento prévio esteja claro, estável e bem organizado para que funcione como ancoradouro para um novo conhecimento.

No caso em que o conhecimento prévio está instável, (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980) propõem o uso de organizadores prévios para corrigir, ordenar, organizar e significar um determinado conceito.

Deste modo, considerando que a dificuldade na aprendizagem também seja reflexo da instabilidade de determinado conceito, investigou-se para saber em quais perspectivas o teatro científico, como organizador prévio, propicia a relação entre aquilo que o estudante demonstra conhecer e necessita saber para a aprendizagem em si de conceitos da eletrostática?

2 UMA BREVE HISTÓRIA DO TEATRO E O TEATRO CIENTÍFICO

As manifestações artísticas são expressões do sentimento do homem e de sua necessidade de comunicação desde os primórdios. Antes mesmo de desenvolver uma língua, o homem já produzia arte. As pinturas rupestres da pré-história são as primeiras manifestações artísticas que se conhecem.

As manifestações teatrais nascem impelidas pela religiosidade humana “em que a preocupação era reverenciar e agradecer os benefícios divinos” (CEBULSKI, 2013, p.12), cujo objetivo era cultuar os deuses.

No Egito Antigo, durante a XI dinastia, inaugurada por *Mentuhotepe I*, já existiam várias representações teatrais cujo objetivo era cultuar os deuses, e que continuariam por todo o Médio Império entre 2000-1700 a.C. (CEBULSKI, 2013).

O formato e o conteúdo do teatro primitivo eram condicionados pelas necessidades da vida e pelas concepções religiosas. Para Berthold (2001, p.2), “dessas concepções um indivíduo extrai as forças elementares que transformam o homem em um meio capaz de transcender-se e a seus semelhantes”.

O teatro primitivo sempre teve uma característica voltado para os rituais religiosos, festas pagãs, celebração da colheita e ritos de iniciação religiosa.

O teatro dos povos primitivos assenta-se no amplo alicerce dos impulsos vitais, primários, retirando deles seus misteriosos poderes de magia, conjuração, metamorfose – dos encantamentos de caça dos nômades da Idade da Pedra, das danças de fertilidade e colheitas dos primeiros lavradores dos campos, dos tios de iniciação, totemismo, xamanismo e dos vários cultos divinos. (BERTHOLD, 2001, p.2).

O homem deu características humanas aos poderes da natureza, transformou o Sol e a Lua, o vento e o mar em seres que brigam, disputam e lutam entre si e que podem agir em favor do homem por meio de sacrifícios, orações, cerimônias e danças (BERTHOLD, 2001).

Vale ressaltar, que não muito diferente das representações primitivas, as manifestações teatrais seguiram-se em várias outras civilizações antigas como: sumérios, persas, indus, japoneses, chineses e mesopotâmicos, adquirindo a personalidade de cada povo.

Por exemplo, na Índia os poemas mostravam o teatro de sombra, já no Japão eram realizadas celebrações solenes carregadas de emoções e sentimentos, enquanto que na China, ocorriam as grandes celebrações de caráter religioso.

Na Grécia, as representações teatrais tiveram seu início em Atenas, considerada o berço

do teatro ocidental, como atração para a população e com o objetivo de agradar os imperadores da época e adorar a deuses, principalmente Dionísio, deus do vinho, originando o que se conhece hoje como mitologia grega.

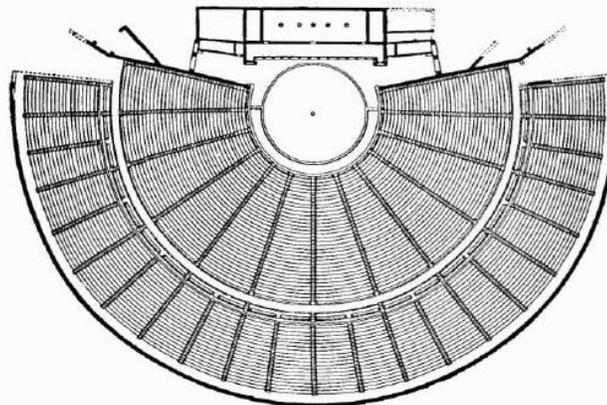
O teatro grego, surge com a intenção de proclamar uma personalidade política e cultural, combinando as histórias das famílias reais e das batalhas disputadas com outros povos.

Para Cebulski (2013) há duas formas dramáticas caracterizavam o teatro grego – a tragédia e a comédia – que influenciaram durante os séculos inspirando criações e fornecendo modelos teatrais que sucederam até à contemporaneidade. O Estado organizava o teatro cívico para incentivar o civismo e promover a sensação de responsabilidade e o zelo pelas coisas públicas entre os cidadãos da *pólis*.

Segundo Berthold (2001), as multidões reuniam-se no *theatron*, que significava “lugar para contemplar”, e não eram meros espectadores, mas participantes ativos do ritual teatral religioso. Introduziam-se na esfera dos deuses e compartilhavam o conhecimento das grandes conexões mitológicas.

Um dos principais teatros gregos é o Teatro Epidauro (Figura 1), projeto do escultor e arquiteto grego Policleto, construído no século IV antes de Cristo (BERTHOLD, 2001).

Figura 1: Planta do teatro de Epidauro que podia acolher cerca de 14.000 espectadores



Fonte: Extraído de Berthold (2001, p. 132)

Berthold (2001, p.2) afirma que o teatro grego “[...] é uma obra de arte social e comunal: nunca isso foi mais verdadeiro do que na Grécia antiga. Em nenhum outro lugar, pôde alcançar tanta importância como na Grécia [...]”. Conhecê-lo, implica em entrar no mundo mágico da mitologia, percorrendo o caminho humano na sua busca de entender as origens e os movimentos

que regem todas as coisas (CEBULSKI, 2013).

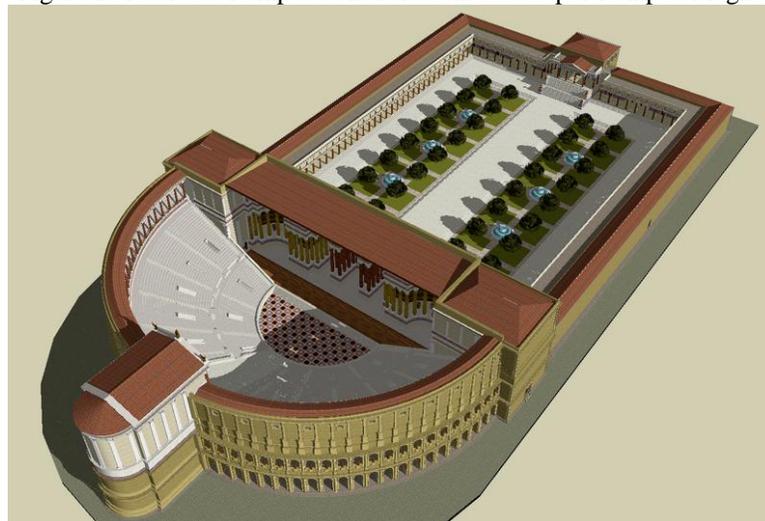
De fato, a possibilidade de estender todo esse conhecimento existente na Grécia, aliado ao gosto por grandes espetáculos teatrais, fizeram de Roma uma acolhedora de espectadores desejosos por diversão e entretenimento.

De acordo com Berthold (2001), o teatro romano fundamentava-se no mote político *panem et circenses* - pão e circo - que os estadistas astutos têm sempre tentado seguir. A história de Roma e da sua transformação no mais poderoso império ocidental da Antiguidade remete a uma trajetória de quase setecentos anos.

O contato e a possibilidade de vivenciar a incrível diversidade cultural permitiram a esse povo incorporar o gosto por espetáculos grandiosos, encenados nos grandes teatros construídos especialmente para acolher milhares de espectadores ansiosos por diversão e entretenimento (CEBULSKI, 2013).

O primeiro teatro permanente de Roma (Figura 2), construído em 55 a.C por Pompeu era um edifício de múltiplas serventias, que incluía um templo de Vênus e que abrigava cerca de 40.000 espectadores (BERTHOLD, 2001).

Figura 2: Teatro de Pompeu construído em 55 a.C por Pompeu Magno



Fonte: Página da Wikipédia⁴

Os romanos eram um povo aguerrido, sóbrio, disciplinado e responsável, afeito às conquistas militares que os levou à expansão territorial desde o norte do continente africano e

⁴ Disponível em: < https://pt.wikipedia.org/wiki/Teatro_de_Pompeu > Acesso em 14 jan. 2018.

europeu, até porções da Ásia, no Médio Oriente. Sabiamente, permitiam que os povos conquistados mantivessem seus hábitos culturais e sociais, desde que lhes pagassem devidamente os impostos.

Apesar de ter sido totalmente baseado nos moldes gregos, o teatro romano, segundo Berthold (2001, p.148), “[...] cresceu sobre o tablado de madeira dos atores ambulantes da farsa popular. Durante dois séculos, o palco não foi nada mais do que uma estrutura temporária erguida por pouco tempo para uma ocasião e desmontada de novo [...]”. Apenas um ator representava todos os papéis, com a utilização de máscara para cada personagem interpretado, sendo o ator acompanhado por músicos e por coro.

O teatro na idade média não teve a mesma representação que na antiguidade. Provocou e ignorou as proibições da igreja e com isso, segundo Cebulski (2013, p.23) “[...] foi abertamente combatido pela Igreja Católica, tornando-se objeto de discussões em concílios papais, que impuseram crescentes ordens proibitivas, restringindo assim, o fazer teatral.”

As mulheres não faziam nenhuma apresentação teatral. Até o século XV, até em conventos de freiras os papeis eram feitos por clérigos⁵. Os espetáculos religiosos eram escritos pelo clero regular e secular, só depois, que professores de escolas de latim encenavam e dirigiam seus alunos nas representações da Páscoa, Pentecoste e de Natal (BERTHOLD, 2001).

De acordo com Cebulski (2013, p.23-24), o teatro na idade média apresentava as seguintes características: (i) Preocupação em narrar toda a versão bíblica, da criação do mundo até o juízo final. A figura do narrador era obrigatória e de suma importância; (ii) Não se aplicavam as regras teatrais clássicas: todos os elementos retratavam a repetição da trajetória do homem: sua queda e a sua salvação; (iii) há misturas entre o sagrado e o sublime, o profano com o grotesco, entre passado, presente e o futuro; (iv) temas que propagavam a fé cristã, eram tratados de forma simples e numa linguagem que o povo entendesse as verdades religiosas; (v) todos que eram envolvidos no fazer teatral, eram da mesma classe social e (vi) os festivais religiosos eram apresentados ao ar livre (prédios e praças medievais), no período da Páscoa e do Natal. As representações e os cenários, mostravam o céu, terra e inferno, trazendo nos espectadores momentos de grande pavor e fervor.

Na Espanha, França, Itália e em outros países de língua alemã, diante de toda heterogeneidade, desenvolviam-se apresentações que geravam diversas reações nos espectadores. Isso, devido a superestrutura teológica e didática que segundo Berthold (2001, p.200) “[...] embora

⁵ Clérigo é o sujeito que faz parte da classe eclesiástica; aquele que alcançou as ordens sacras; cristão que exerce o sacerdócio. Disponível em: <<https://www.dicio.com.br/clerigo/>> Acesso em: 02 jan. 2018.

o clero haja perdido o controle sobre as cada vez mais numerosas representações profanas, os flagelantes e as corporações religiosas tinham ambições similares [...]”.

Foi na França e na Inglaterra, a partir do século XVII, que as mulheres começaram a ganhar espaço nas apresentações teatrais. *Therese du Parc*, conhecida depois como *La Champmesle*, foi a primeira atriz que interpretou o papel principal de Fedra, da obra de *Racine*, tornando-se então uma das principais atrizes da chamada "*Comedie Française*".

No Brasil, o teatro tem sua origem com o processo de aculturação dos índios que foi desencadeado pela companhia de Jesus que segundo Bittar e Ferreira (2004, p. 173) tinha como objetivo a “investigação no campo educacional porque se constitui num elemento fundamental da construção histórica da Nação e do Estado brasileiro”.

De acordo com Bittar e Ferreira (2004, p. 174), o teatro jesuítico representava uma

[...] forma de aculturação e de educação, nós o analisamos como elemento de imposição do padrão linguístico português sobre os demais idiomas, numa época em que se verifica a ausência de Nação e de Estado propriamente ditos e a coexistência de etnias, culturas e interesses sociais conflitantes. Em outras palavras, ele é um recurso para a catequese – portanto, para a educação – e parte integrante do projeto colonizador lusitano (BITTAR; FERREIRA, 2004, p. 174).

No final do século XVI, os jesuítas priorizam a pregação para os portugueses e a catequese deixou de ser prioridade. Mas com a colonização portuguesa no Brasil, a chegada da missão de Manuel da Nóbrega e seus cinco companheiros, e conforme Bittar e Ferreira (2004, p. 177) “coube à Companhia de Jesus a organização das instituições irradiadoras dos dois veios fundamentais de sustentação da cultura europeia nas terras americanas mais ocidentais demarcadas pelo Tratado de Tordesilhas: a Igreja Católica e a escola”. Nesse interim, está inserido o teatro do Padre José de Anchieta, produzindo arte letrada a serviço de Deus.

Nos séculos XVIII e XIX surgem o teatro burguês e o teatro romântico. E com eles, acontece as mudanças nas estruturas das peças devido a Revolução Industrial e a Revolução Francesa.

No teatro burguês, os personagens representavam o ser humano concebido na sua essência, cujos erros cometidos eram devido ao meio em que viviam. Devido as características apresentadas nas falas, provocavam na plateia muita comoção e choro. Ao contrário, o teatro romântico despertava no público nobres sentimentos e ascensão moral, sendo destaque como a melhor forma teatral produzida (CELBULSKI, 2013).

No século XX, o teatro assume uma característica revolucionária com as ideias de Bertolt

Brecht. Além das ideias, certas características foram vistas, o surgimento do diretor, encenação dinâmica, estilo e interpretação.

De acordo com Berthold (2001, p.504), Brecht percebeu que:

[...] o teatro revolucionário dependia não apenas da peça, mas também da direção. Mas a encenação “dinâmica” permanecia para Brecht uma solução provisória, válida apenas enquanto não fosse possível uma transformação radical do teatro pela base. [...] Não desejava provocar emoções, mas apelar para a inteligência crítica do espectador. Seu teatro devia transmitir conhecimento e não vivências (BERTHOLD, 2001, p.504).

Segundo Berthold (2001, p.521), o teatro do século XX “[...] no limiar da era atômica, apresenta-se como um fenômeno internacional. É um sismógrafo do estado político e intelectual da humanidade”. As peças de Brecht conduzem o espectador por ricos caminhos poéticos e recorrem a parábola para conduzir o espectador a ilusão (BERTHOLD, 2001).

Brecht (2005, p.19), surge uma pergunta: “Poderá o mundo de hoje ser reproduzido pelo teatro? ” O autor afirma que apenas será possível se tiver em diapásão com a vida, ou seja, é necessário estar em sintonia, articulado a determinado conhecimento.

De acordo com Brecht (2005, p. 20), “[...] só poderemos descrever o mundo atual para o homem atual na medida em que o descrevermos como um mundo passível de modificação”. E acrescenta dizendo: “Numa época em que a ciência consegue, de tal forma, modificar a Natureza, que o mundo já nos parece quase habitável, o homem não pode continuar a ser apresentado ao homem como uma vítima [...]”. Brecht está afirmando a necessidade de transformação, mas que só pode ser imaginado se houver modificação.

Neste trabalho, apresenta-se o teatro científico como um recurso que pode se configurar como uma metodologia que promova mudanças e melhoras na aprendizagem de conceitos do eletromagnetismo, no conteúdo eletrostática.

2.1 O conceito de teatro científico

Um espetáculo, quando apresentado no teatro com tema que aborda a ciência, é compreendido sob diferentes perspectivas.

De acordo com os autores Batista et al. (2009) e Moura e Teixeira (2010), a relação entre ciência e teatro é considerada teatro científico quando o teatro tem como foco a aprendizagem de conceitos científicos, quando busca aproximar de forma simples e lúdica o espectador do conhecimento construído pela ciência, tem a história da ciência no seu enredo e não perde de vista

o fato de que o conhecimento é uma construção humana.

Para Saraiva (2007), a relação entre ciência e teatro produz o que ele denomina de teatro de temática científica. O autor considera que o teatro de temática científica engloba espetáculos que ocorrem em museus e centros de ciências ou em escolas, com a preocupação de abordar os temas científicos numa vertente pedagógica. Os espetáculos abordam conceitos científicos, muitas vezes complexos e complicados, visando torná-los mais acessíveis, remetendo, posteriormente, a discussão para a sala de aula.

A relação entre ciência e teatro, para Gunderson (2006), que a denomina como teatro de temática científica, é estabelecida sob três aspectos: (i) peças com cientistas famosos como personagem; (ii) peças cujos personagens são cientistas anônimos; e (iii) peças que utilizam a ciência como metáfora, em que a figura do cientista tem destaque ou pode ressaltar o homem dentro de sua obra e também se propõe a discutir a ciência.

Tendo considerado essas definições e as formas de entendimento entre ciência e teatro, o conceito teatro científico caracteriza-se como um recurso didático que contribui para a divulgação da ciência utilizando uma linguagem menos formal, mas fidedigna as fontes de informação, que promove além da divulgação da ciência a aprendizagem de conceitos científicos.

Neste trabalho, foi adotado o teatro científico como um recurso capaz de organizar ideias prévias de conceitos científicos observando o processo de construção desses conceitos porque o conhecimento é uma construção humana. Conhecer o processo de construção do conhecimento contribui para uma reconstrução e ressignificação de conceitos e disso produzir uma aprendizagem mais significativa.

2.2 Algumas experiências no ensino da relação ciência e teatro

A atividade teatro envolvendo ciência geralmente está contido num conjunto de ações e estratégias que possibilitam a divulgação da ciência. É tema de diversas pesquisas e diversos autores utilizam-na como uma estratégia para facilitar o ensino, tornar as aulas mais interessantes, melhorar a relação na sala de aula com os alunos e promover a alfabetização científica.

De acordo com Germano e Kulesza (2007, apud MOREIRA; MARANDINO, 2015, p.1736)

Popularização, comunicação, difusão, disseminação e vulgarização, entre outros, são

termos utilizados para definir atividades que têm como finalidade possibilitar o conhecimento sobre ciências e tecnologia, sendo a designação divulgação científica considerada hegemônica entre pesquisadores e divulgadores da ciência no Brasil

Segundo Moreira e Marandino (2015, p.1736),

A divulgação científica é prática comum ao universo da ciência, e as experiências voltadas para sua realização vêm sendo acentuadas nos últimos anos; em especial, museus e centros de ciências se tornaram importantes instituições de socialização do conhecimento científico e tecnológico para o público (MOREIRA; MARANDINO, 2015, p. 1736).

Essa motivação na divulgação científica, segue uma vertente socioeconômica e atua como meio para fundamentar ideias e concepções dentro da ciência (MOREIRA; MARANDINO, 2015)

Moreira e Marandino (2013, p.3) afirmam que “a proficuidade da relação Teatro e Ciência residiria na possibilidade de se conhecer a ciência para além dos seus conceitos ou experimentos, focalizando uma abordagem mais humanista”. Essa visão, poderá proporcionar uma desmitificação da ciência, tornando-a mais simples e acessível a todos.

Apresentam-se nesta pesquisa algumas experiências que trabalharam teatro e ciência no ensino, tornando mais claro para o público essa relação.

Silveira (2011) destacou em sua tese de doutorado, um estudo teórico e empírico da peça de teatro *Copenhagen*, de Michael Frayn. O objetivo do autor, era investigar o teatro como instrumento de comunicação, reflexão e humanização da ciência, estudar os aspectos relacionados ao potencial didático e de divulgação do teatro e promover a reflexão crítica.

Percebe-se na análise que, o texto teatral interagiu com o público alvo da pesquisa e alunos, trazendo bons resultados e possibilitou no público, reflexões sobre “Contexto Sócio histórico”, “Natureza da Ciência” e “Divulgação da Ciência e Inovação Didática”.

Moreira e Lopes Junior (2015), discutem e apresentam o projeto CIÊNICA que acerca de 20 anos é executado na forma de extensão universitária na Universidade Federal do Rio de Janeiro *campus* Macaé da UFRJ. O projeto se propõe a articular a pesquisa, o ensino de graduação e a extensão universitária ao teatro, visando à divulgação da ciência e da tecnologia.

De acordo com os autores a prática adotada no projeto possibilita a articulação a extensão universitária ao ensino de graduação e a pesquisa. O projeto desenvolveu atividades que complementaram o ensino de graduação, possibilitou que os estudantes tivessem contato com discussões sobre ciência e tecnologia e a possibilidade do graduando conhecer a realidade social com o qual vai encontrar após a conclusão do curso.

Montenegro et al. (2005) destacam o papel do teatro na divulgação científica: a

experiência na seara da ciência. Os autores utilizam um espaço inovador, na Universidade Federal do Ceará, para explorar as relações entre as ciências e as artes. Trazem reflexões sobre a educação em ciências e a demanda das sociedades por um museu de ciências interativo e dinâmico, convergindo para conteúdo, metodologias e linguagens que direcionem para a construção de um processo pedagógico mais amplo. Desmitificar conceitos complexos da ciência, através da construção de peças teatrais coletivas.

Gimenez (2013), na sua dissertação de mestrado, tratou da relação ciência e teatro na modalidade teatro científico como uma ferramenta didática para o ensino de física. Pautado na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, discute sobre as potencialidades desse recurso na (re) construção de conceitos de física através da leitura e dramatização de textos sobre História e Filosofia das Ciências.

Neste trabalho, foi proposto investigar em que aspectos o teatro científico pode se configurar como um organizador prévio para a aprendizagem significativa de conceitos do Eletromagnetismo, no conteúdo eletrostática. Para isso fundamentou-se esta proposta na teoria da aprendizagem significativa e organizadores prévios (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

Parte-se da compreensão que o teatro científico, espaço em que por meio da arte do teatro se divulga o conhecimento científico, na criação de uma peça teatral, pode conter um conjunto de textos científicos, transpostos para os diálogos dos atores, capazes de revelar o “porquê” e o “como” de uma teoria física, fazendo o espectador (e o próprio ator) viajar por diversos contextos históricos que colaboraram para a evolução do conhecimento da física.

3 ORGANIZADORES PRÉVIOS

Apresenta-se a seguir, uma síntese da teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. Para tal, inicia-se com os aspectos fundamentais, seguindo-se da diferença entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica. Após isso, será descrito sobre os organizadores prévios (conceito, função e tipos). Por fim, alguns exemplos de organizadores prévios no ensino e o teatro científico como organizador prévio.

3.1 Aspectos fundamentais da teoria da aprendizagem significativa

A teoria de Ausubel baseia-se na ideia de que para que aconteça a aprendizagem significativa é indispensável partir do que o aluno já sabe. Ausubel parte do princípio que existe no indivíduo uma estrutura, onde as ideias se organizam e se processam, denominando-a de: estrutura cognitiva (MOREIRA, 2012).

(AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980), investigam e detalham o processo de cognição num ponto de vista construtivista. Esta teoria ficou conhecida como teoria da aprendizagem verbal significativa, por priorizar o papel da linguagem verbal. O próprio Ausubel optou por chamá-la de Teoria da Aprendizagem Significativa – TAS.

Um determinado conhecimento relevante na estrutura cognitiva do aluno é definido na teoria de Ausubel, como subsunçor. O subsunçor é o conhecimento prévio trazido de aprendizados anteriores, que serve de ancoradouro para que dali se parta seguro em direção ao novo conhecimento, e que por meio de interações pode dar sentido a novas ideias.

Moreira (2012, p.2) destaca que “ [...] a aprendizagem significativa ocorre quando novos conceitos, ideias, proposições interagem com outros conhecimentos relevantes e inclusivos, claros e disponíveis na estrutura cognitiva, sendo por eles assimilados, contribuindo para sua diferenciação, elaboração e estabilidade”.

Pozo e Crespo (2006) afirmam que a familiaridade que o aluno possa ter com os conceitos ancoradouros, as várias ideias a respeito de um conceito, competem com o conhecimento científico construído desse conceito e tornando a aprendizagem mais difícil de identificar o tipo de pensamento evidenciado pelas respostas dos estudantes submetidos a determinados conteúdos.

A ideia principal da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, abrange a aquisição

de novos significados e esses novos significados, no que lhe concerne, são produtos da aprendizagem significativa (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

De acordo com Lima (2015), a aprendizagem só se torna significativa quando se considera o conhecimento prévio do estudante e o novo conceito a ser estudado. O conhecimento prévio é de fundamental importância, pois se não, ocorrerá apenas uma aprendizagem mecânica sem nenhum significado para o estudante.

Moreira (2012) define a aprendizagem significativa a partir da teoria de David Ausubel:

Aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé-da-letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende (MOREIRA, 2012, p. 2).

A aquisição de conhecimento de forma não-arbitrária, entre o material de aprendizagem e a estrutura cognitiva, ocorrerá através da relação entre os conceitos de forma “plausível, sensível e não-aleatório”. Enquanto que a aquisição substantiva do conhecimento não ocorre de forma literal, é necessário conhecer a natureza das informações de forma específica (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

Segundo (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980), em relação a interação de novas informações com ideias existentes destacam que:

É importante reconhecer que a aprendizagem significativa não significa que a nova informação forma uma espécie de elo simples com os elementos preexistentes da estrutura cognitiva. Pelo contrário, somente na aprendizagem automática ocorre uma ligação arbitrária e não substantiva com a estrutura cognitiva preexistente. Na aprendizagem significativa, o processo de obtenção de informações produz uma modificação tanto na nova informação como no aspecto especificamente relevante da estrutura cognitiva com o qual a nova informação estabelece relação (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p.48).

Dessa forma, a aprendizagem significativa acontece quando há um compartilhamento entre aqueles novos conceitos, questões, ideias com os outros conhecimentos relevantes e acessível na estrutura cognitiva dos alunos.

De acordo (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980), para que ocorra a aprendizagem significativa são necessárias três condições: (i) o estudante tenha as ideias (subsunçores) adequados na sua estrutura cognitiva: o novo conhecimento precisa ter esses subsunçores, para que a informação faça sentido; (ii) o estudante tenha disposição para a aprendizagem significativa: essa disposição deve ser substantiva e não-arbitrária com os subsunçores e (iii) que o material seja

potencialmente significativo: o material que será aprendido tem que ser não-arbitrário, ou seja, se integre a estrutura cognitiva do estudante.

(AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980) destacam que ao contrário da aprendizagem significativa, a aprendizagem mecânica, definida como a aprendizagem sem relevância, é a memorização, sem significado. Ressaltam que aprender de forma mecânica é decorar, os conteúdos e as informações são internalizadas sem nenhuma interação com os conhecimentos prévios. A aprendizagem mecânica ocorre com tarefas puramente de forma casual, numa assimilação totalmente arbitrária. Falta no aluno o conhecimento prévio significativo para tornar a aprendizagem significativa.

Moreira (2012) ressalta uma questão importante: O que fazer quando não existir na estrutura cognitiva dos alunos, os conceitos, questões e ideias relevantes, que são “âncoras” para a aprendizagem significativa? (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980) propõem a utilização de uma estratégia didática dos Organizadores Prévios, que sirvam para preencher a lacuna entre aquilo que o aluno já sabe e o que ele precisa conhecer de forma significativa o conteúdo que lhe é proposto.

3.2 O que são os organizadores prévios?

Um determinado conhecimento relevante na estrutura cognitiva do estudante é definido na teoria de David Ausubel, como subsunçor. O subsunçor, ou conceito âncora, é o conhecimento prévio trazido de aprendizados anteriores, que serve de um âncora para que dali se parta seguro em direção ao novo conhecimento, e que por meio de interações pode dar sentido a novas ideias. Mas para isso, é necessário que este conhecimento prévio, na estrutura cognitiva do estudante esteja claro, estável e bem organizado para que funcione como âncora para um novo conhecimento.

Pozo e Crespo (2006, p.191) afirmam que a familiaridade que o estudante possa ter com os conteúdos envolvidos na aprendizagem (relacionados a conceitos âncoras), que pode gerar várias ideias a respeito de um conceito, competem com o conhecimento científico construído desse conceito quando se está aprendendo e podem levar vantagem. Segundo Pozo e Crespo (2006, p.194) “[...] na física as dificuldades de aprendizagem do estudante estão determinadas pela forma como ele organiza seu conhecimento a partir de suas próprias teorias implícitas [...]”.

Aprender física, assim como outras ciências, requer que o estudante busque e organize suas teorias implícitas para que a aprendizagem de um novo conhecimento produza a mudança epistemológica desejada, o estudante amplia e diferencia um determinado conceito.

Caso contrário, se o conhecimento prévio for instável, tácito e desorganizado (divergência entre o que a ciência apresenta e aquilo que o estudante considera como real), há maior chance de o estudante não obter êxito quanto a aprendizagem daquele conceito. É necessária uma ação do professor para evitar que equívoco ou incompreensão, quando compartilhar o conhecimento, inibam a aprendizagem e a retenção desse, como afirma Ausubel (2003, p.10): “Assim, é através do fortalecimento de aspectos relevantes da estrutura cognitiva que se pode facilitar a nova aprendizagem e retenção”.

Moreira (2012) salienta um ponto importante: O que fazer quando não existir na estrutura cognitiva do aluno o conhecimento prévio de um determinado conteúdo, os conceitos, as questões e as ideias relevantes, que são “ancoradouros” para facilitar a disposição para a aprendizagem? Ou mesmo, como prevê (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980), o conhecimento prévio pode não possuir o grau necessário e desejável de relevância e de especificidade na estrutura cognitiva do aluno para servir de apoio a novas ideias.

(AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980) propõem o uso dos organizadores prévios ou antecipatórios, no qual o conteúdo é apresentado de forma a manipular a estrutura cognitiva do aprendiz, para que o novo conceito seja apresentado a partir dos conceitos que já existem. Por exemplo, Azevedo (2013) utilizou como organizadores prévios para a uma futura aprendizagem de conceitos do eletromagnetismo, artigos científicos e a participação dos estudantes numa oficina para construir um motor elétrico.

Segundo Moreira et al (1982), organizadores prévios são:

[...]materiais introdutórios apresentados antes do material a ser aprendido, porém em nível mais alto de generalidade, inclusividade e abstração do que o material em si e, explicitamente, relacionado às ideias relevantes existentes na estrutura cognitiva e à tarefa de aprendizagem. A principal função do organizador é servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele precisa saber para que possa aprender com sucesso o novo material [...] (MOREIRA et al., 2013, p. 42).

(AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980) resumem que:

[...] a principal função do organizador está em preencher o hiato entre aquilo que o aprendiz já conhece e o que precisa conhecer antes de poder aprender significativamente a tarefa com que se defronta (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p.144)

A maneira de apresentar um material ou recurso, como organizador prévio deve levar em

consideração o nível de abstração, generalidade e inclusividade do próprio material, destacando certos aspectos do assunto e que não deve ser um resumo (MOREIRA, 2013).

A materialização de um organizador prévio depende da natureza do material da aprendizagem, da idade do aprendiz e do seu grau de familiaridade prévia com a passagem a ser aprendida (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

Moraes (2005) os considera como instrumentos que também podem servir como ativadores de subsunçores que não estavam sendo usados pelo indivíduo, mas que estão presentes na estrutura cognitiva e, que

[...] constitui um instrumento (textos, trechos de filmes, esquemas, desenhos, fotos, pequenas frases afirmativas, perguntas, apresentações em computador, mapas conceituais etc.) que é apresentado ao aluno em primeiro lugar, num nível de maior abrangência, que permita a integração dos novos conceitos aprendidos. Um organizador prévio prescinde de nível de inclusividade e abrangência sobre o conteúdo que será posteriormente apresentado (MORAES, 2005, p. 69).

Segundo (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p.144), os organizadores poderão facilitar, de forma primária, a incorporação e longevidade do material de forma significativa por três razões; (i) por ter ideias relevantes já disponíveis na estrutura cognitiva, tornando significativa ideias novas; (ii) utilizar ideias mais gerais e inclusivas, tornando possível a subordinação apoiado em condições relevantes e (iii) pelo próprio aprendiz tentar identificar e indicar a relevância dos conteúdos na estrutura cognitiva e sua importância para o novo material de aprendizagem.

Segundo Moreira (2012, p. 2), organizadores prévios são “[...]materiais introdutórios relacionado às ideias relevantes existentes na estrutura cognitiva e à tarefa de aprendizagem. ”, utilizados antes do material de aprendizagem em si quando o estudante apresenta instabilidade sobre determinado conceito, ideias desordenadas ou mesmo não demonstra ter o conhecimento prévio⁶ necessário.

O benefício da utilização de um organizador prévio é que o aluno pode ter uma noção geral dos conceitos, antes mesmo de analisar os seus elementos característicos.

⁶ Conhecimento prévio é diferente de pré-requisito. O conhecimento prévio tem relação com os saberes que o estudante demonstra ter na estrutura cognitiva (na sua mente), que deduz de um conjunto de outros conhecimentos procedimentais, afetivos e contextuais. Já os pré-requisitos, constituem uma relação de conteúdos e habilidades (formatados em disciplinas) que, teoricamente, possibilita ao estudante avançar nos seus estudos (FERNANDES, 2011).

3.3 Qual a função do organizador prévio?

A função de um organizador prévio independe da situação da aprendizagem e está intrinsecamente relacionado com o material a ser utilizado para a aprendizagem, e que busca estabelecer uma relação entre aquilo que o estudante demonstra conhecer (se instável ou desorganizado) com o conhecimento prévio necessário para a aprendizagem em si.

(AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p.144) definem que a função do organizador prévio é:

[...] oferecer uma armação ideativa para a incorporação estável e retenção do material mais detalhado e diferenciado que se segue no texto a aprender. [...] aumentar a discriminabilidade entre este último material e ideias similares ou ostensivamente conflitantes na estrutura cognitiva e tornar evidentes as ideias que porventura já existam na estrutura cognitiva (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p.144)

O organizador prévio tem a função de preencher o espaço entre o que o estudante já sabe e o que ele precisa saber, manuseando sua estrutura cognitiva e servindo de apoio às novas aprendizagens, desenvolvendo assim a capacidade de aprendizagem do sujeito (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

Quando o aluno demonstra não possuir, diante do novo conteúdo, o conhecimento prévio, o organizador prévio deve suprir a falta de conceitos, ideias ou proposições relevantes à aprendizagem do novo conteúdo, formulado em termo daquilo que o aluno já sabe. Se o aluno demonstra possuir o conhecimento prévio com baixo grau de relevância, o organizador prévio deve assumir o papel de integrador e discriminador do conhecimento já existente com o novo conhecimento (MOREIRA, 2008).

De acordo com Moreira (2012, p. 3) o organizador prévio deve: (i) identificar o conteúdo relevante na estrutura cognitiva e explicar a relevância desse conteúdo para a aprendizagem do novo material; (ii) dar uma visão geral do material em um nível mais alto de abstração, salientando as relações importantes; (iii) prover elementos organizacionais inclusivos que levem em consideração, mais eficientemente, e ponham em melhor destaque o conteúdo específico do novo material, ou seja, prover um contexto ideacional que possa ser usado para assimilar significativamente novos conhecimentos.

(AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980) consideram que os organizadores prévios não são apenas comparações existentes de forma introdutória em relação ao conteúdo, distinto disto, os organizadores prévios apontam os conteúdos que são relevantes na estrutura cognitiva e explicá-

los de forma relevante em relação ao novo conceito que será aprendido. Ainda de acordo com (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p.144), os organizadores prévios “[...] facilitam a aprendizagem de material factual mais do que a aprendizagem de material abstrato, uma vez que a abstração, em certo sentido, contém os seus próprios organizadores [...]”.

Em relação ao uso do material ser pouco familiar, relativamente familiar e ideias conflitantes na estrutura cognitiva do estudante, (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980), evidenciam dois tipos de organizadores prévios: o expositivo e o comparativo.

3.4 Tipos de organizadores prévios

Segundo Moraes (2005), esses organizadores prévios abrangem os dois principais fatores relacionados a aprendizagem escolar. O organizador expositivo, diz respeito a relação tradicional entre professor e aluno, referentes a temas que são desconhecidos aos estudantes cuja mediação é a linguagem. O segundo, refere-se a aprendizagem por comparação, quando o conteúdo é familiar ao estudante e integra conceitos novos e os existentes na sua estrutura cognitiva.

3.4.1 Organizador Expositivo

O organizador expositivo é utilizado num material pouco familiar, um tema desconhecido e oferece subordinadores próximos relevantes.

Segundo Moraes (2005, p.70) deve ser utilizado “quando o aluno não dispõe de ideias relevantes sobre um tópico específico, ou seja, quando o aluno está aprendendo um novo assunto”.

(AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980), propõem um organizador do tipo expositivo quando o assunto é desconhecido para os alunos. Esses organizadores relacionam-se por superordenação como o novo material a ser aprendido, primariamente oferecem um esteio ideativo em termos que são familiares ao aprendiz. Por exemplo, um texto científico seria apresentado e serviria como uma introdução ao tema. Este seria apresentado de uma forma maior de abrangência do assunto a ser estudado posteriormente.

Por exemplo, o aluno está estudando sobre o Impulso e os conceitos referentes a força como uma grandeza vetorial está instável ou desorganizado (ou até esqueceu). O professor então poderá recorrer a um texto científico ou um vídeo em que a força é tratada como uma grandeza

vetorial abordando operações algébricas envolvendo vetores, tratado de modo mais abrangente, permitindo com isso a extensão maior de novas ideias quanto a álgebra dos vetores. Esse texto científico (ou vídeo) traria as definições de força como uma grandeza vetorial.

Desta forma, os organizadores prévios promoveriam um arcabouço de conhecimentos para servir de apoio a nova aprendizagem.

3.4.2 Organizador Comparativo

O organizador comparativo é utilizado se o material for relativamente familiar, um assunto conhecido, e segundo Moraes (2005, p.71) “poderão aumentar a discriminabilidade entre as ideias novas e as existentes, que são essencialmente diferentes, mas que podem causar alguma confusão”.

Moraes (2005, p.71) afirma que os organizadores comparativos

[...] serão utilizados quando o aluno dispõe de ideias claras e disponíveis sobre o assunto a ser tratado, neste sentido o organizador prévio tem a função de ressaltar as semelhanças e diferenças que existem entre o conteúdo a ser aprendido e aquele que está disponível na mente do aluno (MORAES, 2005, p.71).

E ainda ressalta que, a escolha do organizador prévio, requer do professor uma percepção de modo a apresentar quatro características:

a) que estejam em um nível compatível ao desenvolvimento do grupo; b) que apresentem um nível de abrangência de conhecimentos que sirva de arcabouço (contexto) ao conteúdo que será aprendido; c) que o assunto apresentado tenha relação com algum conhecimento já presente na estrutura cognitiva do aluno ou que ele tenha contato através dos inúmeros meios de comunicação de massa; d) que o modo de apresentação seja o mais organizado e claro possível (MORAES, 2005, p.72).

A experiência do professor com o conteúdo é um fator a ser considerado na escolha do material ou recurso a ser utilizado como organizador comparativo (assim como o do tipo expositivo), porque conhecendo bem sua ciência e o que dela será tratado tem maior chance de uma boa escolha do material.

Por outro lado, pode-se fazer um diagnóstico sobre os conhecimentos prévios do estudante e adotar um material que seja compatível com o nível de conhecimento demonstrado por ele (compatível com o que ele já sabe, organizado e claro) tornando o organizador uma “ponte cognitiva”.

Silva et al. (2014) utilizaram os organizadores prévios comparativos numa intervenção pedagógica na disciplina de história da matemática para alunos de licenciatura em matemática. O

que levou o uso do organizador comparativo foi em observar a ausência na compreensão por parte dos estudantes das ideias matemáticas ao longo da caminhada escolar.

Foram apresentados textos de apoio, que possibilitaram uma visão geral do conteúdo a ser estudado e segundo Silva et al. (2014, p. 66), “[...] auxiliaram na ampliação da compreensão conceitual dos alunos[...]” e melhora no desenvolvimento e reconhecimento dos conceitos matemáticos”.

3.5 Exemplo do uso de organizadores prévios no ensino

A título de exemplo, é apresentado alguns trabalhos que utilizaram organizadores prévios em situações que antecederam a aprendizagem.

Santos e Dias (2005) utilizaram a História da Física como organizador prévio, porque nela se revela a forma como o conhecimento físico foi construído. Na experiência, os autores relatam as dificuldades que alunos dos cursos de licenciatura tem ao ensinar a física de modo convencional, destacam-se: as dificuldades conceituais e os abismos entre os conceitos abstratos e experiências diárias dos alunos, aumentando as dificuldades de compreensão nos conceitos e experimentos.

De acordo com Santos e Dias (2005), a História da Física pode servir como organizador prévio pois apresenta os problemas que levaram à criação particular do conceito, mostra todos os argumentos que foram importantes nesse processo, tornando-o claro e trazendo-lhe significado lógico.

No trabalho, os autores apresentam as bases metodológicas do uso da História da Física como organizador prévio, listam os materiais instrucionais (questionários, textos) e por fim, analisam os resultados obtidos. Segundo os autores, os questionários auxiliam na seleção de subsunçores, auxiliando no crescimento no acerto nas respostas dos alunos, indicando uma melhora na aprendizagem comparado ao método tradicional utilizado.

Tavares (2010) utilizou animações interativas como um organizador prévio, porque preencheriam o hiato entre aquilo que o aprendiz já conhece e o que precisa conhecer antes de poder aprender de forma significativa. Segundo o autor, as dificuldades enfrentadas por estudantes são ausências de alternativas na aprendizagem, fazendo os alunos saírem dos cursos médios sem conhecer a ciência e nem saber explicá-la.

Por exemplo, quando o estudante chega a escola, este já possui um conhecimento empírico

sobre os fenômenos ao seu redor. Conhecimento este, que possui limitações pela sua própria limitação empirista de perceber um fenômeno.

Segundo Tavares (2010, p. 58), a “[...] animação se caracteriza por mostrar a evolução temporal de um dado evento e se presta de maneira exuberante para a exposição de fenômenos que se apresentam intrincados para aqueles alunos [...]. Dessa forma, a animação interativa exerce a função do organizador prévio que é preencher esse espaço que o estudante já conhece e que precisa conhecer para aprender de forma significativa.

De acordo com Tavares (2010, p. 60), os resultados obtidos usando as animações interativas foram: (i) facilidade na construção de significados, pois de acordo com Moreira (2012, p. 3), o organizador prévio identificou o conteúdo relevante na estrutura cognitiva e explicou a relevância desse conteúdo para a aprendizagem do novo material; (ii) melhora nos resultados obtidos pelos estudantes em exames conceituais.

Ribeiro et al. (2012) usaram filme de animação de curta duração como organizador prévio para a aprendizagem de torque, momento da força. Segundo os autores, existem muitas dificuldades com conceitos abstratos e intuitivos, levando os estudantes a se defrontarem com dois problemas. O primeiro é o grande esforço de abstração que se exige para manter a atenção no fenômeno e o segundo, é a dificuldade de os estudantes relacionarem uma equação com um dado fenômeno físico.

Segundo os autores, existem dificuldades com conceitos abstratos ou pouco intuitivos, por exemplo com modelos matemáticos em diversos fenômenos. Assim, um vídeo de curta animação poderá indicar-se como um organizador prévio de um determinado conceito e apresentá-lo de maneira significativa para os aprendizes.

Diante disso, o vídeo didático foi construído de forma digital, para funcionar como organizador prévio. A aplicação do vídeo em sala de aula foi fundamentada em uma estrutura e dividido em atos, que na hipótese de cumprir a função de organizador, preparassem os estudantes com ideias âncoras necessárias para ao conteúdo principal.

Segundo Ribeiro et al. (2012, p. 181), o curta de animação “[...] apresentou características relevantes suficientes para validar sua utilização como organizador prévio”. Mostrou-se efetivo na função de servir como ponte de ligação entre o que o estudante sabe e o que precisa saber para aprender significativamente.

De acordo com Ribeiro et al. (2012, p. 181) “[...] houve aprendizagem significativa. Isso

foi verificado através da manifestação e disposição dos alunos ao relacionarem o novo material a ser aprendido, de forma não arbitrária e não literal, à estrutura cognitiva idiossincrática”.

Azevedo (2013) utiliza oficinas e leitura de artigos científicos como organizadores prévios para a aprendizagem do eletromagnetismo. Segundo o autor, as dificuldades estão na forma de exposição dos conteúdos. Os conceitos são abstratos, surgindo até exemplos de repulsão por partes dos estudantes a disciplina. Dessa forma, o autor procurou aplicar o organizador prévio através de textos e realização de oficinas.

O autor aplicou um pré-questionário, e na sequência como organizador prévio, proporcionou a leitura de textos históricos e científicos sobre o eletromagnetismo, oficinas e um pós-questionário. Segundo o autor, o organizador prévio mostrou-se eficaz na manipulação da estrutura cognitiva do aluno para a suscitação e/ou sedimentação e a incorporação de novas ideias.

Lima (2015) usa o jogo digital intitulado Lâmpadas que funciona como um organizador prévio para a aprendizagem de circuitos elétricos. Segundo o autor, não utilizar as inovações nas metodologias didáticas, tem proporcionado um desinteresse nos estudantes. Segundo Lima (2015, p.12), os jogos “[...] educativos se mostram ferramentas importantes de apoio didático, pois modificam o clima formal e expositivo da sala de aula em um ambiente lúdico”.

De acordo com Lima (2015, p.79), a atividade “[...] pode conduzir os estudantes ao aprendizado significativo, pois ao ser aplicado antes de uma aula de circuitos elétricos, o jogo Lâmpadas funciona como um organizador prévio, ou seja, um material que visa facilitar a aprendizagem de uma unidade de estudo”.

Segundo o autor, o jogo Lâmpadas poderá ser usado durante e depois da exposição dos conceitos, pois trata de um objeto de aprendizagem, reutilizá-lo em todas estas etapas pode facilitar a aprendizagem significativa.

Diante do número de acertos dos questionários avaliativos aplicados aos estudantes, antes e depois de usarem o jogo, o autor concluiu que o jogo Lâmpadas é um produto potencialmente significativo, pois os resultados indicaram que o aplicativo pode promover aprendizagem significativa de conceitos do eletromagnetismo.

Desta forma, antes de apresentar o material de aprendizagem, a utilização desses organizadores prévios proporciona ao aluno uma noção geral dos conceitos. Tal como, a História da Física, animações interativas, filme de animação de curta duração, oficinas, leitura de artigos científicos e jogo digital, acredita-se que o teatro científico como organizador prévio pode

configurar-se como uma metodologia capaz de auxiliar para uma futura aprendizagem significativa.

3.6 O teatro científico como organizador prévio

Neste trabalho, foi utilizado o teatro científico como organizador prévio dos conceitos ancoradouros força, campo e energia, que na aprendizagem da eletrostática derivam para força elétrica, campo elétrico e energia potencial elétrica. Materializado em uma peça teatral intitulada “Os Três Conhecimentos”, contem diálogos entre personagens abordando os conceitos de força, campo e energia e destinado a ser encenada na escola.

O teatro científico foi caracterizado como um organizador prévio baseado no que preconiza Moreira (2012), o roteiro da peça teatral aborda e explica os conceitos relevantes, contextualiza e organiza ideias e estabelece relação entre os conceitos e sua derivação, por exemplo, força e força elétrica.

A função do teatro científico nesse contexto é estabelecer relação entre os conceitos de força, campo e energia, conceitos possivelmente existentes na mente do estudante, mas que podem estar sem significado, na aprendizagem da eletrostática.

Koudela (1990), quando discute o teatro como elemento de educação, considera que a experiência artística produz aprendizagem.

Quando experimentamos alguma coisa agimos sobre ela e depois sofremos as consequências. É a conexão entre essas duas fases da experiência que dá a medida do seu sucesso ou valor. Mera atividade não é experiência, pois ela envolve uma mudança. E essa mudança só pode se processar quando a atividade é conscientemente relacionada com as consequências que provêm dela (KOUDELA, 1990, p. 30-31).

Acredita-se que quando os estudantes são envolvidos no teatro científico, os conflitos entre os conhecimentos prévios do aluno e o conteúdo da peça teatral tendem a produzir novas concepções sobre conceitos, estímulo para aprendizagem, que somadas à intervenção do professor podem facilitar o entendimento do arcabouço conceitual para a futura situação de aprendizagem.

Na configuração do teatro científico como um organizador prévio, por meio de uma peça teatral, deve-se considerar que a interação entre a informação e o que o aluno sabe se dá de forma substantiva e não arbitrária.

A ordem proposta para a construção deste organizador prévio é estabelecida de forma progressiva, inicia com a construção da ideia central da peça, culminando com a sua apresentação.

Dessa forma, o organizador comparativo foi escolhido para caracterizar este trabalho, tendo em vista que o conceito apresentado tem uma relação direta com o novo conceito a ser estudado. O subsunçor força deriva para o conceito de força elétrica, campo deriva para o conceito de campo elétrico e o mesmo para a energia derivando para o conceito de energia potencial elétrica.

4 CONCEPÇÃO E ORGANIZAÇÃO DA PESQUISA

Nesse capítulo é traçado o percurso para a realização da pesquisa. Apresenta-se a metodologia de pesquisa adotada para planejar, implementar, acompanhar e avaliar a proposta didática desenvolvida na intervenção realizada neste trabalho, assim como o roteiro mostrando o plano de implementação do organizador prévio.

4.1 Pressupostos metodológicos

A abordagem desta pesquisa é classificada, prioritariamente, como qualitativa e norteadada pela pesquisa ação.

Segundo Thiollent (2000b, apud BEDIM, 2012, p. 09) a pesquisa ação é:

[...] um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo. (2000b, p. 14, apud BEDIM, 2012, p. 09)

Quando a intenção da pesquisa é sobre prática educacional, a pesquisa-ação é um método que deve ser fortemente considerado, pois o seu foco é contribuir com dados para a tomada de decisões e os processos e mudanças da prática, sem descuidar da produção de conhecimentos (SANDÍN ESTEBAN, 2010).

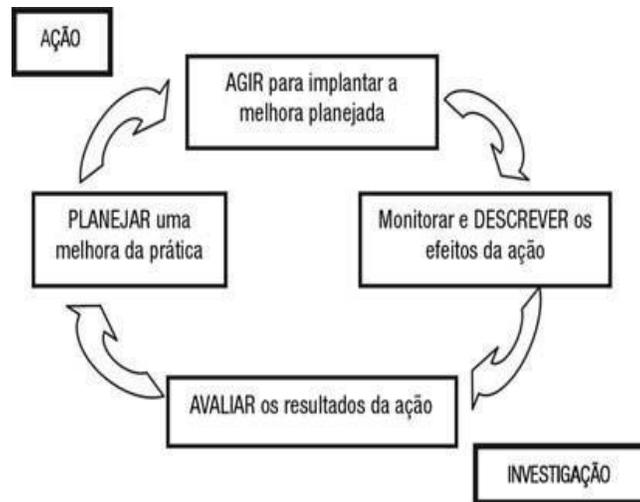
De acordo com Sandín Esteban (2010), existem diversas formas de conceber o processo da pesquisa-ação, mas é importante entender que o processo é pensado e executado sob a perspectiva de constante avaliação e correção de erros, flexibilidade e interatividade em todas as etapas da pesquisa.

Neste trabalho foi adotado a pesquisa-ação do tipo estratégico que, segundo El Andaloussi (2004) é aquela que tem por base a articulação da resolução do problema e a produção de conhecimento. Isso se configura a partir do desejo de saber em quais perspectivas o teatro científico, como organizador prévio, propicia a relação entre aquilo que o estudante demonstra conhecer e necessita saber para a aprendizagem em si de conceitos da eletrostática.

Segundo Tripp (2005), a pesquisa-ação é denominada geralmente investigação ação, podendo ser organizada seguindo um ciclo de quatro fases: o plano de ação para a solução do problema, a implementação desse plano, o acompanhamento do seu desenvolvimento e a avaliação

de processo e resultados. Como é observado na figura 3.

Figura 3: Fases da pesquisa-ação



Fonte: Tripp (2005, p. 446)

Tripp (2005) vê nessa investigação, uma reflexão que é essencial para o processo de pesquisa-ação. Não se deve colocar a reflexão como uma fase distinta na pesquisa-ação e sim, esta deve ocorrer em todo o ciclo. E ainda, durante esse processo identificar onde deve ocorrer a melhora nas ações, para um planejamento eficaz, implementação, monitoramento e avaliação. Essa estratégia, para El Andaloussi (2004) fará com que o pesquisador elabore um conjunto de medidas que lhe conduzirá aos objetivos estabelecidos.

Os momentos planejar, agir, observar os efeitos e avaliar, que intermediam a ação e investigação, foram configurados neste trabalho como: (1) planejamento para execução do teatro científico como organizador prévio; (2) implementação do teatro científico como organizador prévio; e (3) avaliação da peça teatral científica como organizador prévio.

Cabe ressaltar que se adota a pesquisa-ação do tipo estratégico, e desse modo o processo de transformação é planejado sem a presença dos sujeitos da pesquisa (os espectadores, plateia) e o pesquisador observa os efeitos e avalia os resultados da aplicação do recurso utilizado (FRANCO; GHEDIN, 2011).

Por outro lado, participaram do trabalho alunos pertencentes ao terceiro ano do Ensino Médio colaborando na construção do roteiro, como atores, na produção, direção, figurino, cenário e efeitos visuais e sonoros. Estes não são os sujeitos desta pesquisa, mas observou-se também os efeitos transformadores no grupo a partir da experiência cognitiva com a reflexão crítica dos textos

científicos socializados, o enfoque científico dado aos conceitos força, campo e energia, e que o teatro científico vai para além de organizador prévio.

Diante dos pressupostos metodológicos, apresenta-se os elementos básicos da pesquisa e os procedimentos metodológicos. O estudo desenvolvido é de caráter qualitativo e a metodologia utilizada na investigação é a pesquisa-ação.

4.2 Elementos básicos da pesquisa

Nesta perspectiva, torna-se necessário apresentar os elementos básicos que nortearam a pesquisa.

4.2.1 Objeto de estudo

O teatro científico como organizador de conhecimentos prévios.

4.2.2 Problema de pesquisa

Considerando que a dificuldade na aprendizagem também seja reflexo da instabilidade de determinado conceito, investigou-se para saber em quais perspectivas o teatro científico, como organizador prévio, propicia a relação entre aquilo que o aluno demonstra conhecer e necessita saber para a aprendizagem em si de conceitos da eletrostática?

4.2.3 Questões norteadoras da pesquisa

Foram levantadas as seguintes questões para nortear este trabalho.

- Como discutir o uso do teatro científico como organizador prévio de conceitos da eletrostática para alunos do segundo ano do Ensino Médio?
- Como elaborar um roteiro de uma peça teatral científica para que os alunos do segundo ano do Ensino Médio organizem e compatibilizem os conceitos da eletrostática?

- Como avaliar a peça teatral científica na perspectiva de um organizador prévio de conceitos da eletrostática?

4.2.4 Objetivo Geral

Investigar em que aspectos o teatro científico pode se configurar como um organizador prévio para a aprendizagem significativa de conceitos da eletrostática para alunos do segundo ano do Ensino Médio.

4.2.5 Objetivos Específicos

- Discutir o uso do teatro científico como organizador prévio de conceitos da eletrostática;
- Elaborar um roteiro de uma peça teatral científica que visa a organização e compatibilidade de conceitos para a aprendizagem da eletrostática;
- Avaliar a peça teatral científica sob a perspectiva de um organizador prévio de conceitos da eletrostática.

4.2.6 Sujeitos da pesquisa

Participaram desta pesquisa dois grupos de alunos. O grupo que é o foco deste trabalho foi constituído de 24 alunos do segundo ano do Ensino Médio que assistiram à peça teatral (plateia). O outro grupo contendo 33 alunos do terceiro ano do Ensino Médio colaborou na construção do roteiro, na operacionalização da peça teatral e sua encenação. Em ambos grupos os alunos eram do Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio em Informática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre – Ifac, *campus* Rio Branco.

4.3 Roteiro da pesquisa

Seguindo as fases da pesquisa-ação, com a finalidade de planejar melhores formas de

implantar o teatro científico como organizador prévio dos conceitos força, campo e energia, foi buscado conhecer o material didático que o sujeito da pesquisa utiliza para aprendizagem e através disso, verificar os conhecimentos prévios existentes na sua estrutura cognitiva.

Os conceitos força, campo e energia são tratados na disciplina de Física no primeiro e segundo ano do Ensino Médio (também vistos em caráter introdutório no Ensino Fundamental). O conceito de campo, em particular, não tem a mesma ênfase que força e energia nesses anos anteriores e pode ocorrer o caso de o estudante ter o primeiro contato somente no terceiro ano.

Examinou-se no livro texto do Ensino Médio a forma como esses conceitos são abordados e buscou-se observar os significados atribuídos a eles. O conceito de força é um dos mais comuns na aprendizagem da Física, está presente em diversos conteúdos abordados nos três anos do Ensino Médio. Ele comumente surge no livro texto no capítulo que trata dos princípios fundamentais da dinâmica, que inicialmente é associado a ideia de esforço: quando alguém empurra um objeto aplicamos uma força sobre ele.

Considerando que o estudante já tenha experimentado ter trabalho em conteúdos anteriores com o conceito de vetor e sua álgebra, a ideia da força é a seguir associada a ideia do vetor. Apresenta-se, brevemente, a possibilidade de um objeto mover-se na ausência de força, ideia proposta por Galileu e a seguir as chamadas leis de Newton. A força no contexto das leis de Newton surge como a causa da variação de velocidade; sutilmente é lembrado que velocidade é uma grandeza vetorial.

Trata-se do conceito de inércia (propriedade do objeto de resistir a mudança de movimento, mudança da velocidade) e a ideia de força reaparece como responsável pela aceleração (variação da velocidade). Outro conceito é o referencial inercial, em que novamente atribui-se a força a ideia de ação responsável pela variação da velocidade, mas à força é atribuída outra ideia: força com resultante.

Após estas discussões, o conceito de força é relacionado ao trabalho desenvolvido por Newton quando é formulada a chamada segunda lei de Newton, também chamada de equação fundamental da dinâmica: o conceito de força recebe atributo matemático por meio da relação $\vec{F}_R = m\vec{a}$, em que m representa a massa do objeto, \vec{a} a aceleração do objeto e o subíndice R indica que a força é a resultante de outras forças.

A seguir apresenta-se alguns tipos de força quanto ao modo como atuam sobre um determinado objeto: força peso, força de contato, força de atrito, força de resistência do ar e força

em trajetória curvilínea. (Força de atrito, força de resistência do ar e força em trajetória curvilínea são apresentados em capítulos posteriores do intitulado princípios fundamentais da dinâmica.)

Com a matematização do conceito de força são ensinadas técnicas úteis na resolução de problemas por meio de exemplos de problemas resolvidos, em que sugere-se ao estudante que: (i) faça um esboço do problema indicando as forças que atuam sobre ele (diagrama de forças); (ii) observe as grandezas físicas fornecidas e sua ordem de grandeza ou unidade; (iii) escreva a equação fundamental da dinâmica para o problema; e finalmente (iv) insira os valores fornecidos fazendo as manipulações matemáticas necessária de modo a determinar a quantidade solicitada no problema.

Em síntese, são atribuídos significados ao conceito de força como empurrão, como responsável pela mudança na velocidade do objeto, como a relação entre massa e aceleração na forma de um produto e quanto ao modo como agem sobre o objeto. Esta polissemia de conceitos pode produzir dificuldade para o estudante na organização de suas ideias: “[...] na física as dificuldades de aprendizagem do estudante estão determinadas pela forma como ele organiza seu conhecimento a partir de suas próprias teorias [...]” (POZO; CRESPO, 2006, p.194).

Em relação ao conceito de energia, o livro texto deixa claro a dificuldade de conceituá-la mas busca associar a ideia de energia a situações do dia a dia do estudante quando apresenta as diferentes formas de energia: energia cinética, energia potencial gravitacional e energia potencial elástica. Cada adjetivo dado a energia tem relação com um atributo.

Ao conceito energia cinética é atribuído a ideia de movimento e generaliza-se afirmando que todo corpo que está em movimento possui tal energia. A formulação matemática que define energia cinética é dada por $E_c = \frac{mv^2}{2}$, em que m representa a massa do objeto e v o módulo da velocidade.

O conceito de energia potencial surge quando se atribui a um sistema a capacidade de armazenar energia. A forma como se armazena energia depende dos mecanismos utilizados. É possível armazenar energia utilizando uma mola: quando mantemos um objeto preso a uma mola e essa tendo sido comprimida e mantida assim por um dispositivo tal como uma trava armazena energia, podendo, quando solta a trava, o objetivo adquirir movimento.

Deste modo, diz-se que a energia potencial, a que foi armazenada, transformou-se em energia cinética. Nesse contexto surge a ideia de que um tipo de energia pode transforma-se em outro tipo, assim, um novo atributo é dado ao conceito de energia: propriedade que expressa as

alterações ocorridas nos sistemas, em que essas alterações são produzidas quando o sistema interage com sua vizinhança. De um modo geral, o conceito de energia é associado a outro conceito, o conceito de trabalho, trabalho físico.

Tendo examinado o conceito de energia, esse recebe os seguintes atributos: capacidade de produzir movimento, propriedade presente nos processos de transformação e transferência e capacidade de realizar trabalho.

Em relação ao conceito de campo, o livro apresenta esse importante conceito da física quando relaciona os tipos de força quanto ao modo como atuam sobre um determinado objeto. O conceito de campo surge da ideia de ação a distância quando uma determinada força atua sobre o objeto sem que se possa ver o mecanismo utilizado pela força. Por exemplo, sabe-se que a Terra atrai objetos que estão próximos a sua superfície, mas não é visto o mecanismo usado pela força chamada força peso, então, surge a ideia de ação a distância (não há contato físico entre a Terra e o objeto).

A Terra produz um campo tal que qualquer objeto próximo a sua superfície será atraído, assim como um ímã atrai um pedaço de ferro ou uma carga positiva atrai uma carga negativa. Daí atribui-se o conceito de campo (para exemplo da Terra, campo gravitacional) a uma região do espaço onde a força peso (noutros casos força magnética ou elétrica) é capaz de atrair um objeto. De outro modo pode-se dizer que campo é meio transmissor da interação (de influência) entre a Terra e o objeto.

A magnitude do campo, ou seja, sua intensidade depende da posição em que se encontra o objeto em relação à Terra (seguindo o nosso exemplo). Quantifica-se o campo gravitacional por meio da definição $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{m}$, em m representa a massa do objeto e \vec{F} a força gravitacional (no exemplo, força peso).

Geralmente este conteúdo é visto na parte final do ensino de física na 1ª série do Ensino Médio, mas pode ocorrer de o estudante não ter sido apresentado a ele por uma questão de tempo (o ano letivo pode ter chegado ao fim).

Tendo observado os atributos e significados dados aos conceitos força, campo e energia no livro texto e considerando que do estudante, o que chega ao terceiro ano do Ensino Médio, é requerido conhecimentos prévios a respeito desses conceitos para a aprendizagem da eletrostática foi proposto um questionário para observar como estes conceitos estão organizados na mente do estudante e se são compatíveis com os conceitos científicos. Este questionário foi aplicado a alunos

do segundo ano do Ensino Médio que estavam na condição de espectadores, plateia.

Contudo, como se propõe utilizar uma peça teatral como organizador prévio e o tempo entre o levantamento dos conhecimentos prévios e a elaboração da peça seria longo, optou-se por elaborar o roteiro da peça teatral a partir do que foi encontrado no livro texto considerando dois aspectos: a provável instabilidade de um determinado conceito e a compatibilidade deste conceito com o conceito científico, assim, a peça teatral funciona como um organizador prévio para facilitar a futura aprendizagem de eletrostática.

O questionário supracitado foi então aplicado após a elaboração do roteiro da peça para 24 alunos as vésperas da apresentação, que responderam 10 perguntas fechadas, podendo escolher uma das várias opções com resposta ou produzir uma resposta. Na confecção do questionário utilizou-se o Google Drive Formulário (Google Forms) e os estudantes responderam ao questionário na sala de informática do IFAC, *campus* Rio Branco, no horário da Unidade Curricular de Física II, no segundo semestre de 2017.

Por outro lado, o grupo de estudantes que participou da produção e apresentação da peça também foi submetido a uma investigação prévia de conhecimento. Os 33 (trinta e três) alunos do curso técnico integrado em Informática Ifac, *campus* Rio Branco, responderam um questionário contendo 10 (dez) questões envolvendo os conceitos de força, campo e energia para que demonstrassem sua compreensão desses conceitos, de princípios, leis e teorias relacionadas a eles.

Apesar de não ser o grupo de interesse principal, buscou-se observar o efeito neles quanto a dois aspectos importantes na aprendizagem significativa: diferenciação progressiva⁷ e reconciliação integradora⁸.

A partir do cenário produzido por meio do exame do livro texto, e até pelas respostas dadas pelo grupo de alunos que participam da peça teatral, elaborou-se um plano de ação (Quadro 1) para nortear todas as ações, desde da construção da ideia central a peça até a sua apresentação com a presença dos 33 (trinta e três) alunos que assumiram os papéis de atores, produtores etc.

⁷ Diferenciação progressiva é quando as ideias mais gerais e mais inclusivas da disciplina são apresentadas em primeiro lugar (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p.159).

⁸ Reconciliação integradora é quando o assunto é organizado em linhas paralelas, isto é, quando materiais relacionados são apresentados em série, mas sem nenhuma dependência sequencial intrínseca de um tópico a outro (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p.161).

Quadro 1: Plano de implementação do organizador prévio

Ação	Resultado Pretendido	O que faz o Professor	O que faz o aluno
1. Construir a ideia central da peça	Definir uma ideia central que proporcione a peça ser um organizador prévio dos conceitos de força, campo e energia.	(i) Selecionar textos que abordem os conceitos de força, campo e energia sob as perspectivas ontológica e epistemológica associadas a marcos no desenvolvimento da Física. (ii) Analisar os textos selecionados (artigos científicos). (iii) Elaborar a síntese do material analisado.	(ii) Contribuir na escolha do o estilo da peça. (iii) Contribuir na escolha quais personagens da história da Física serão apresentados. (iv) Contribuir na escolha da ação dramática da peça: o que, quem, onde e quando. (v) Contribuir na escolha o tempo de duração de cada cena e ato, limitando o tempo total da peça a no máximo 1h.-
2. Socializar a proposta	(i) Sensibilizar os alunos quanto a proposta do teatro científico. (ii) Apresentar a ideia central da peça. (iii) Construir o calendário de reuniões.	(i) Apresentar a proposta do teatro científico. (ii) Organizar a agenda de reuniões para a construção do roteiro. (iii) Fazer diário de bordo, gravar ou filmar.	(i) Assistir à apresentação da proposta. (ii) Tomar nota. (iii) Participar encaminhando questões e esclarecendo dúvidas.
3. Construir o roteiro	Criar o roteiro da peça como um organizador prévio dos conceitos de força, campo e energia.	Apresentar a proposta de roteiro aos estudantes.	Colaborar na construção dos diálogos das várias cenas e o desenrolar dos fatos alusivos à ideia central com linguagem simples e que atraia a atenção do público.
4. Compor as equipes	Compor as equipes de direção, atores, cenário, figurino, som e efeitos especiais.	(i) Organizar reunião com os alunos para a definição dos membros das equipes. (ii) Definir as tarefas de cada equipe. (iii) Promover filmes temáticos com vista a linguagem imagética.	Participar da reunião. Dirimir dúvidas. Apresentar ideias e sugestões.

		(iv)	Fazer diário de bordo, gravar ou filmar.	
5. Caracterizar os personagens	Compor e caracterizar os personagens observando o estilo, aspectos físico e comportamento pessoal dos cientistas.	(i) (ii) (iii)	Apresentar aos alunos síntese das biografias dos personagens. Coordenar o trabalho de criação dos alunos. Fazer diário de bordo, gravar ou filmar.	Identificar os personagens no palco por meio de características físicas e sua cosmovisão.
6. Produzir a peça	Criar os ambientes onde a história desenrola.	(i) (ii)	Explorar o potencial criativo dos alunos para produzir o trabalho utilizando material de baixo custo. Fazer diário de bordo, gravar ou filmar.	Criar cenários, figurinos e efeitos especiais.
7. Ensaiar	i) Memorizar as falas e ações do personagem no palco. ii) Familiarizar-se com o papel de ator.	(i) (ii)	Acompanhar os ensaios. Fazer diário de bordo, gravar ou filmar.	i) Ler o roteiro. Memorizar o texto. Interpretar personagem.
8. Apresentar a peça	Apresentar a peça para um público compostos de alunos e professores.	(i) (ii) (iii)	Definir local e data da apresentação. Providenciar o local da apresentação. Filmar a apresentação.	Criar material de divulgação da peça. Apresentar a peça ao público.

Fonte: Elaboração própria, 2017

No cumprimento da ação 1 deste plano selecionou-se vários textos científicos que abordam os conceitos de força, campo e energia sob as perspectivas ontológica e epistemológica associadas a marcos no desenvolvimento da Física (NASCIMENTO, 2011; RADÉ, 2005; CRUZ, 1985; FARIAS; SELITTO, 2011; ORNELLAS, 2006; ROCHA, 2009).

Para a ação 2 apresentou-se os objetivos da pesquisa, o objeto de estudo que é o teatro científico como organizador prévio, e em seguida, apresentou-se aos estudantes que fazem parte do grupo que participa da peça teatral (grupo do teatro) os conceitos de teatro científico e organizador prévio mencionados por diversos pesquisadores. Foi organizada uma agenda de

reuniões.

A síntese da história: o enredo, o estilo da peça, quais personagens da história da Física seriam apresentados, a ação dramática da peça: o que, quem, onde e quando e o tempo de duração, foi apresentada ao grupo do teatro na qual abordava-se os conceitos de força, energia e campo de uma forma mais abrangente dentro dos marcos da história da física.

Na ação 3, os estudantes aprovaram a ideia do enredo e passou-se para construção do roteiro da peça teatral científica. O roteiro da peça teatral (Apêndice F), foi construído e apresentado aos estudantes contendo os diálogos das várias cenas, o desenrolar dos fatos alusivos à ideia central com linguagem simples para atrair a atenção do público.

Na ação 4 foram compostas as equipes de diretores, roteiristas, elenco principal, cenários, figurinos, operadores de câmeras, editores de vídeo, comunicação e imprensa e sonorização.

Na ação 5 buscou-se nos textos científicos elementos que pudessem indicar a pessoa do cientista e assim definir seu estilo e aspecto físico para a caracterização dos personagens

Na ação 6, foi realizada a produção da peça teatral com material de baixo custo, tais como: tecido TNT, cola, fita adesiva e papel. Os atores compuseram seu figurino com roupas de uso próprio, uniforme da escola e acessórios como mochila, caderno, livros, etc. que pertenciam a eles. Para compor o cenário foram utilizadas mesas, cadeiras, quadro e um cortina de tecido TNT. Para a iluminação e sonorização do cenário utilizou-se de equipamentos cedidos pelo *campus*.

Na ação 7, foram realizados os ensaios da peça em espaços como sala de aula e auditório da escola. Nesta ação trabalhou-se a memorização das falas, familiarização com o papel de ator, leitura, memorização do roteiro e a interpretação dos personagens. Os ensaios tinham duração em média de 2h e foram realizados 20 (vinte) ensaios e 01 (um) ensaio geral.

Durante os ensaios discutiram-se a criação dos materiais de divulgação da peça. A elaboração do banner, cartaz, faixa e folder da peça ficaria sob responsabilidade da equipe de divulgação e imprensa. Os materiais de divulgação, foram fixados nos murais e corredores da escola e uma pauta de matéria foi enviado para ser divulgado no site do Ifac.

Antes da apresentação da peça teatral foi necessário teste de som, iluminação e câmeras. Os materiais utilizados no cenário (livros, mesas, cadeiras etc.) são colocados em ordem conforme a sequência das cenas da peça.

Completada todas as 7 (sete) ações da construção da peça teatral organizou-se a apresentação para o público. Na plateia, além dos 24 alunos do segundo ano do Ensino Médio que

responderam um questionário, havia pais, servidores do *campus* (técnicos e professores) e demais estudantes do Ensino Médio.

Na ação 8 foi apresentada a peça teatral intitulada “Os Três Conhecimentos”. A peça conta a história de três estudantes que se conhecem desde o ensino fundamental, uma amizade construída de longa data, em que o processo de aprendizagem deles dos conceitos de força, campo e energia é contado.

Participam como atores e corpo técnico de apoio (direção, figurino, cenário etc) da peça estudantes do terceiro ano do Ensino Médio. Para esses a proposta vai além de um organizador prévio, e podem tornar-se sujeitos de uma investigação quanto a aprendizagem em si. A peça ocorreu no dia 31 de outubro de 2017 no auditório do *campus* Rio Branco do Ifac em duas sessões, 10h e 19h. O total de público presente foi de aproximadamente 300 pessoas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, apresentam-se os resultados e discussões após o planejamento, implementação, criação e execução do teatro científico como organizador prévio para os alunos do segundo ano do Ensino Médio (plateia) e os efeitos observados na aprendizagem dos conceitos força, energia e campo para o terceiro ano do Ensino Médio (colaboradores) como também aspectos importantes e alusivos à participação no teatro científico.

5.1 Levantamento dos conhecimentos prévios dos espectadores

Na seção 4.3 deste trabalho apresentou-se o resultado de um exame realizado no livro texto utilizado pelos estudantes nos seus estudos quando estão no primeiro e segundo ano do Ensino Médio a respeito dos conceitos de força, campo e energia. Ao final desses estudos considerou-se que, conforme o livro, o estudante seja capaz de atribuir os significados (Quadro2):

Quadro 2: Significados dado as grandezas física

Grandeza Física	Significado
Força	Empurrão; responsável pela mudança da velocidade; Relação entre massa e aceleração na forma de um produto; Modo como agem sobre o objeto (tipos de força).
Campo	Ação a distância; Meio transmissor da interação; Região de influência de uma determinada força.
Energia	Capacidade de produzir movimento; Propriedade presente nos processos de transformação e transferência; Capacidade de realizar trabalho.

Fonte: elaboração própria, 2018

Assim, para observar o conhecimento prévio do aluno sobre estes conceitos foram elaboradas 10 (dez) perguntas para 24 alunos do segundo ano do Ensino Médio do (Ifac), *campus* Rio Branco.

Para a confecção do questionário contendo as 10 (dez) perguntas, em que cada pergunta continha várias opções para escolha (o estudante poderia escolher apenas uma delas ou escrever uma resposta), utilizamos o Google Drive Formulário (Google Forms). Os estudantes responderam

individualmente, sem consulta, o questionário por meio de computador disponibilizado na sala de informática do *campus*, no horário da unidade curricular de Física II. O tempo de aplicação do questionário foi de aproximadamente 50 minutos. Apresenta-se no quadro 3 a síntese dos resultados.

Quadro 3: Resultado do questionário aplicado aos alunos do segundo ano

Pergunta	Resultado
1. O que você entende por força?	50% dos estudantes entendem que força está ligado ao que é forte, robusto, com vigor físico, energia vital, 25% consideram com algo desconhecido que faz mover e o restante (25%) associou força fenômenos naturais
2. Qual (is) das situações afirmadas por Galileu Galilei em que Newton se apoiou para definir o ente que chamamos força	A maioria, 58%, respondeu que um corpo permanecia em movimento se atuasse sobre este alguma força.
3. A opção que melhor representa as ideias Aristotélicas sobre força é:	66,6% optaram pela ideia de que um corpo só permanecia em movimento se atuasse sobre ele alguma força. Se a força parasse, o corpo também parava.
4. O que você entende por energia?	As respostas indicadas mostraram que aproximadamente 62,3% não compreendem o conceito de energia, tal como dificuldade de produzir velocidade.
5. No seu entendimento, em qual desses exemplos ocorre transformação de energia?	Das várias opções 70,8% considerou que no funcionamento do motor a combustão interna temos transformação de energia.
6. O termo energia está relacionado à capacidade de realizar:	54,2% optaram por realizar trabalho.
7. O que você entende por campo?	62,5% optaram por respostas que indicam incompatibilidade de conceito relacionando-o ao conceito de inércia.
8. O conceito físico de campo para ser perfeitamente compreendido deve estar associado a um (a):	62,5% responderam a uma equação física e 12,5% a uma equação matemática
9. A concepção científica dos conceitos de força, energia e campo, respectivamente, está relacionada com a ideia de:	Aproximadamente 54,2% responderam forte, dinamis e influência.

Fonte: elaboração própria, 2017

Uma das questões deste levantamento foi descartada porque observou-se que, durante a análise dos resultados, não oferecia em suas opções de escolha uma escolha adequada e isto não invalidou o processo. Portanto, das 10 (dez) questões elaboradas contabilizamos 9 (nove) delas. Os

resultados nos deram evidências de que os conceitos força, energia e campo poderiam estar instáveis ou incompatíveis com os conceitos científicos.

Pode-se constatar a partir dessas observações que o levantamento dos conhecimentos prévios de conceitos ancoradouros (subsunçores) para aprendizagem em si não poderia se esgotar num questionário (pode-se, por exemplo, solicitar ao estudante que também construa um mapa conceitual), porque não se pode abarcar o conhecimento global que o respondente tem da realidade, mas alguns aspectos com os quais tiveram contato no seu processo de aprendizagem.

5.2 Levantamento dos conhecimentos prévios do grupo do teatro

Os alunos que participaram da construção e apresentação da peça teatral também foram submetidos a um questionário em que buscou-se levantar os conhecimentos prévios sobre força, campo e energia. A razão deste levantamento tem sua justificativa no fato de que foram eles que apresentaram, por meio da peça teatral, os referidos conceitos e é razoável pensar que havia necessidade de dirimir dúvidas ou incompatibilidade de ideias.

Este questionário tem uma configuração diferente daquele aplicado ao outro grupo, pois para que esses alunos fizessem a apresentação, os conceitos deveriam estar bem-estáveis. Nele solicitou-se dos estudantes que, além de responder questões teóricas, resolvessem problemas.

Cada aluno do grupo do teatro respondeu individualmente um questionário contendo 11 (onze) questões (Apêndice A); o tempo investido foi de aproximadamente 100 minutos. As questões discursivas relacionavam-se com o que os alunos entendem sobre determinados modelos e conceitos; e nas questões fechadas, os alunos são estimulados a mobilizar seu entendimento para solucionar problemas específicos (estratégias) ou interpretar uma situação baseado em leis, teorias e princípios da física. As questões elaboradas para o questionário foram distribuídas conforme mostrado no quadro 4.

Quadro 4: Conhecimentos prévios existentes no questionário diagnóstico

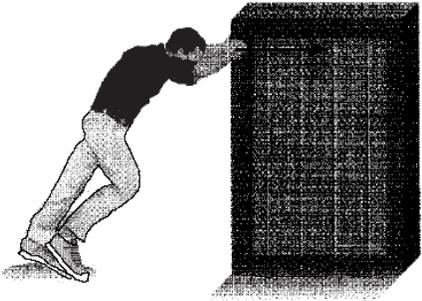
Questões	Conhecimento Prévio
Q1	Modelo atômico
Q2, Q6, Q7, Q8 e Q11	Força
Q3, Q4 e Q5	Energia
Q9 e Q10	Campo

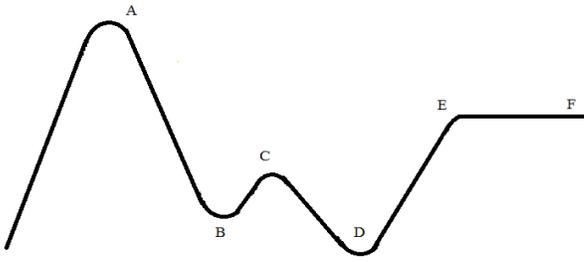
Fonte: elaboração própria, 2017

A primeira questão tratava-se de conhecimento sobre eletrostática e sua análise não interferia na pesquisa, mas que constava por ser uma questão geral e introdutória. As questões 2, 4, 8 e 10 não foram resolvidas por boa parte dos alunos (entregaram em branco), 66,7%, 81,2%, 45,5% e 40% respectivamente. Nas questões 2 e 4 foi requerido do estudante que efetuasse cálculos, utilizando das leis de Newton (questão 2) e do princípio da conservação da energia (questão 4), para solucionar o problema. Nas questões 8 e 10 solicita-se ao estudante observar o efeito produzido pela força (questão 8) e pelo campo gravitacional (questão 10) sobre um objeto.

O grande número de questões em branco nos revelou a necessidade de revisar alguns conteúdos com estes alunos, que já foram vistos por eles no primeiro ano do Ensino Médio. As outras questões foram respondidas, mas na sua maioria, média acima de 50%, com respostas pouco adequada ao que foi solicitado podendo o estudante ter confundido aspectos relevantes pertencentes a um conceito ou a um modo de resolver. No quadro 5 apresenta-se alguns exemplos.

Quadro 5: Exemplos das respostas dos alunos do grupo do teatro

Questão	Resposta
<p>(RAMALHO et al, 2009) Um caixote de peso 80N, inicialmente em repouso sobre o solo horizontal, é empurrado por uma força \vec{F}, também horizontal, de intensidade 24N. Determine a velocidade que o caixote adquire ao fim de 10s, sabendo que o coeficiente de atrito entre o caixote e o solo é 0,25 (use: $g = 10 \text{ m/s}^2$).</p> <p>Figura 4: Caixote sendo empurrado por uma pessoa</p>  <p>Fonte: Extraído de Ramalho et al (2009)</p>	<p>Apresentaram dificuldades no esboço das forças que atuam no sistema, na anotação dos dados e equações para a solução da questão e na manipulação algébrica e cálculos para encontrar o resultado.</p>
<p>O desenho da figura representa o perfil de uma montanha russa. O atrito entre o carro e as vias é muito pequeno e, portanto, não deve ser considerado. Deixa-se cair livremente um carro com seus ocupantes, sem velocidade inicial, da parte mais alta (o ponto A). Indique em que ponto dos que estão marcados no desenho você acredita que o carro terá atingido a maior velocidade.</p>	<p>Cerca de 72% dos estudantes responderam que o carro terá maior velocidade quando do ponto A para o ponto B, seno que correto é o ponto D.</p>

<p>Figura 5: Representação de uma montanha russa</p>  <p>Fonte: Extraído de Pozo e Crespo (2009)</p>	
<p>(GREF, 1998) Como você entende o conceito de campo?</p>	<p>(Estudante E1) <i>Não tenho conhecimento voltado a esse aspecto, mas deve ser as ondas causadas pelas partículas; Local de grande visão, onde tem uma área de grande extensão ou espaço; é a atribuição de uma quantidade a todo ponto no espaço; eu entendo que é uma área usada com algum objetivo, exemplo é o campo de futebol, ou mesmo usado pela natureza; é uma área limitada; O campo do magnetismo é um campo que a física nos explica como força "oculta". E, resposta em branco</i></p>

Fonte: elaboração própria, 2017

No processo de construção da peça teatral, em que estes alunos participaram como atores (e outras funções), foram submetidos a leitura de textos científicos que abordam os conceitos de força, campo e energia, e no momento da elaboração do roteiro puderam rever as ideias que subsidiam tais conceitos. Em todo o tempo o professor dirimiu dúvidas e assistiu os estudantes nas suas dificuldades.

5.3 A peça teatral científica como organizador prévio

A ordem proposta para a construção do organizador prévio foi estabelecida de forma progressiva, inicia com a construção da ideia central da peça, culminando com a sua apresentação para que os conhecimentos prévios se relacionam à estrutura cognitiva dos alunos que participaram como espectadores.

Para a construção da ideia central da peça teatral selecionou-se vários textos científicos que abordam os conceitos de força, campo e energia associadas a marcos no desenvolvimento da Física. No quadro 6 apresenta-se os textos científicos utilizados na construção da peça.

Quadro 6: Textos científicos utilizados na construção da peça

Conceito (subsunçor)	Título	Autor/Referência/Ano
Força	“História do desenvolvimento do conceito de força: um estudo visando contribuições para o ensino de física no nível médio”	Nascimento (2011)
	“O conceito de força na Física: evolução histórica e perfil conceitual”	Radé (2005)
	“O conceito de força no pensamento grego”	Cruz (1985)
Energia	“Uso da energia ao longo da história: evolução e perspectivas futuras”	Farias; Sellitto (2011)
	“A energia dos tempos antigos aos dias atuais”	Ornellas (2006)
Campo	“O conceito de ‘campo’ em sala de aula: uma abordagem histórico-conceitual”	Rocha (2009)

Fonte: elaboração própria, 2017

Iniciou-se a implementação do organizador prévio. Na ação 1, realizou-se as análises dos textos selecionados (artigos científicos) para a construção da ideia central da peça. A análise, foi realizada através da construção de roteiros de investigação para montagem da peça teatral. Os roteiros foram encaminhados aos alunos com as seguintes orientações para sua resolução: (i) título do roteiro; (ii) descrição do tema; (iii) atividade investigativa e (iv) a avaliação do roteiro. O objetivo do roteiro de investigação, era relacionar os conceitos que inspirassem a construção da peça, considerando os marcos do desenvolvimento da física.

Na sequência, foram desenvolvidos 05 (cinco) roteiros de investigação – RIs (Apêndice C) que abordavam os conceitos de força, energia e campo. Os alunos recebiam os roteiros por e-mail, respondiam a atividade investigativa e se preparavam para as discussões e comentários na sala de aula (Figura 6).

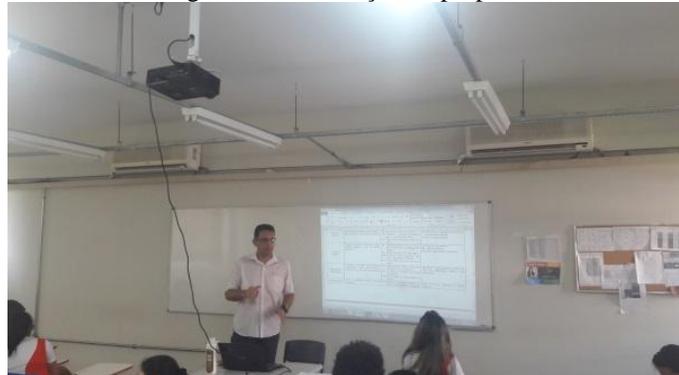
Figura 6: Apresentação e análise dos artigos científicos



Fonte: Autoria própria, 2017

Na ação 2, realizou-se a socialização da proposta apresentando os objetivos da pesquisa, o objeto de estudo que é o teatro científico como organizador prévio (os conceitos de teatro científico e organizador prévio). Ainda nessa ação, apresentou-se as agendas de reuniões com o calendário para cumprimento de todas as etapas do projeto. (Figura 7).

Figura 7: Socialização da proposta

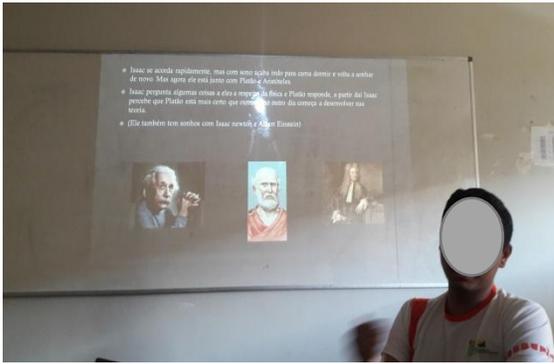


Fonte: Autoria própria, 2017

Os alunos participam contribuindo na escolha da síntese da história: a sinopse, o estilo da peça, dos personagens da história da Física serão apresentados, a ação dramática da peça e na escolha do tempo de duração de cada cena e ato. Assistem à apresentação da proposta e encaminham questões e esclarecendo dúvidas.

Os alunos escolheram a sinopse cujo título para a peça teatral foi intitulado como “Os três conhecimentos” (Figuras 8 e 9).

Figura 8: Apresentação da sinopse da peça



Fonte: Autoria própria, 2017

Figura 9: Síntese da sinopse da peça



Fonte: Autoria própria, 2017

Na ação 3, desenvolveu-se a construção do roteiro da peça como um organizador prévio dos conceitos de força, campo e energia. Os textos científicos, abordam esses conceitos sob as perspectivas ontológica e epistemológica associadas a marcos no desenvolvimento da Física (Figuras 10 e 11).

O roteiro da peça teatral (Apêndice F), foi construído e apresentado aos alunos. Os diálogos das cenas foram construídos e o desenrolar dos fatos alusivos à ideia central, foram feitos com linguagem simples para atrair a atenção do público. Os alunos participam assistindo a proposta do teatro científico, tomando nota e participando encaminhando questões e esclarecendo dúvidas.

Figura 10: Construção do roteiro da peça teatral



Fonte: Autoria própria

Figura 11: Construção do roteiro a partir dos textos



Fonte: Autoria própria

Na ação 4, apresentou-se uma agenda de reuniões para a composição e definição das tarefas das equipes: diretores, roteiristas, elenco principal, cenários, figurinos, operadores de câmeras, editores de vídeo, comunicação e imprensa e sonorização.

Realizaram-se reuniões com os alunos para a definição dos membros das equipes, e

promoveram-se filmes temáticos voltados a temática (Figuras 12 e 13).

Figura 12: Apresentação do roteiro aos alunos



Fonte: Autoria própria

Figura 13: Definição do calendário de reuniões



Fonte: Autoria própria

Na ação 5, realizaram-se reuniões para composição e caracterização dos personagens, observando estilo, aspectos físico e comportamento pessoal dos cientistas. Durante as reuniões, apresentou-se aos alunos uma síntese das biografias dos personagens e acompanhou-se o trabalho de criação dos alunos.

Os alunos participam identificando os personagens no palco por meio de suas características físicas. (Figuras 14 e 15).

Figura 14: Reunião de composição das equipes



Fonte: Autoria própria

Figura 15: Definição das tarefas de cada equipe



Fonte: Autoria própria

A ação 6, foi a produção da peça. Discutiui-se a criação dos materiais de divulgação da peça, a elaboração do banner, cartaz, faixa e folder da peça ficaria sob responsabilidade da equipe de divulgação e imprensa. (Figuras 16 e 17).

Os materiais de divulgação, foram fixados nos murais e corredores do *campus* e uma pauta de matéria foi enviado, pela equipe de divulgação, para ser divulgado no site do Ifac (Figuras 18 e 19). Os materiais utilizados no cenário (livros, mesas, cadeiras etc.), foram colocados em ordem

conforme a sequência das cenas da peça (Figuras 20 e 21). Realizaram-se os testes de som e iluminação para o último ensaio geral realizado dia 30 de outubro de 2017, no auditório do *campus*, local da apresentação da peça.

Explorou-se o potencial criativo dos alunos, produzindo com material de baixo custo. Os alunos participam criando cenários, figurinos e os efeitos especiais.

Figura 16: Reunião para criação dos materiais de divulgação da peça teatral



Fonte: Autoria própria

Figura 17: Definição dos materiais de divulgação da peça



Fonte: Autoria própria

Figura 18: Divulgação no mural do *campus*



Fonte: Autoria própria

Figura 19: Divulgação através de banner e faixa



Fonte: Autoria própria

Figura 20: Montagem do cenário



Fonte: Autoria própria

Figura 21: Montagem de som e iluminação



Fonte: Autoria própria

Figura 22: Montagem de cameras para gravação do vídeo



Fonte: Autoria própria

Figura 23: Materiais utilizados nas cenas



Fonte: Autoria própria

A ação 7 foi a realização dos ensaios. Primeiramente, ocorreram na sala de aula e após, passou a ser realizada no auditório do *campus*, local da apresentação. Realizou-se uma reunião para definir os dias e horários de realização dos ensaios e realizar o teste dos atores principais (Figuras 24 e 25).

Durante os ensaios, observou-se o desempenho dos atores na memorização das falas, familiarização com o papel de ator, leitura, memorização do roteiro e a interpretação dos personagens, fazendo o registro fotográfico de todas ações. Os alunos participaram durante os ensaios, lendo o roteiro e memorizando o texto.

Os ensaios tinham duração em média de 2h, foram realizados 20 (vinte) ensaios e 01 (um) ensaio geral. O ensaio teste geral ocorreu no dia 30 de outubro de 2017, véspera da apresentação.

Figura 24: Ensaio na sala de aula



Fonte: Autoria própria

Figura 25: Leitura e observação da interpretação dos personagens



Fonte: Autoria própria

A ação 8, foi a apresentação da peça teatral. Na véspera da apresentação da peça, realizou-se o último ensaio geral. Durante o ensaio, observou-se o potencial criativo dos alunos no desenrolar das cenas para apresentar os conceitos de força, energia e campo de forma lúdica e divertida num contexto histórico e conceitual, dentro dos marcos do desenvolvimento da física (Figuras 26 a 27).

Em alguns momentos, realizaram-se intervenções nas cenas, ajustando e contextualizando os conceitos para que o público assimilasse com mais clareza os conceitos encenados na peça (Figuras 28 e 29).

Figura 26: Ensaio geral



Fonte: Autoria própria

Figura 27: ensaio teste



Fonte: Autoria própria

Figura 28: Equipe de atores



Fonte: Autoria própria

Figura 29: Ensaio com ajustes nas falas



Fonte: Autoria própria

5.4 Os resultados dos pós-espetáculo

A apresentação da peça teatral científica “O Três Conhecimentos” foi realizado no dia 31 de outubro de 2017 em dois horários às 10 h para um público de alunos do Ensino Médio Integrado e as 19h para os demais alunos, professores, técnicos administrativos do Ifac e comunidade em geral (Figuras 30 e 31).

A peça teatral contou a história de três alunos que se conheceram desde o ensino fundamental, uma amizade construída de longa data, em que o processo de aprendizagem deles dos conceitos de força, campo e energia é contado.

A amizade começa no ensino fundamental, entre Isaac e Raquel. Eles se tornam verdadeiros amigos, mas ocorreu um imprevisto, Raquel viajou para outro Estado distante. Isaac ficou triste com sua partida.

Anos mais tarde, no começo do ensino médio, Raquel volta à cidade de origem, e quando ele a reencontra conversam sobre vários assuntos dentre eles, as lembranças das aulas de ciências. Numa conversa, no terceiro ano do Ensino Médio, Raquel conhece Willian e se tornam amigos.

Numa aula de campo, o professor estava explicando como a física estava em todo o lugar, Isaac fica interessado sobre o assunto, e assim conversam sobre qual curso na faculdade cada um queria cursar. Todos são unânimes na escolha: Física.

Na Faculdade Isaac é um excelente aluno, e num determinado dia encontra-se com Willian e Raquel. Na sala de aula, Willian dá um show de aprendizado sobre vários conceitos da física e deixa Isaac sem saber o que fazer, enquanto Raquel se admira com a inteligência de Willian.

Decidido a tornar-se um excelente aluno, Isaac decide estudar sobre as grandes teorias físicas e ser bastante inteligente o quanto Willian. Então começa a estudar muito, dias e noites, até que em uma madrugada Isaac dorme e tem um sonho.

Neste sonho, ele se encontra primeiramente com Tales de Mileto, os dois começam uma conversa e Tales explica na sua teoria dizendo que tudo que existe vem da Água, então aparece Poseidon mostrando sua força, mas em contramão aparece Anaximandro dizendo que tudo veio de um protoplasma, em seguida chega Anaxímenes e diz que tudo vem do ar, e já aparece Zeus e outros deuses se encarando junto com os filósofos, aparece Pitágoras explicando sua teoria, então chega Empédocles que diz que tudo vem da terra, água, fogo, ar e o “amor” e o “ódio”.

Na noite seguinte, Isaac tem outro sonho. Desta vez, aparece Platão e Aristóteles. Isaac pergunta algumas coisas a ele a respeito da física e Platão responde, a partir daí Isaac percebe a importância de desenvolver os conceitos abordando o contexto histórico e o perfil conceitual, pois tornará mais fácil a sua compreensão. No sonho aparecem ainda, Isaac Newton e Albert Einstein.

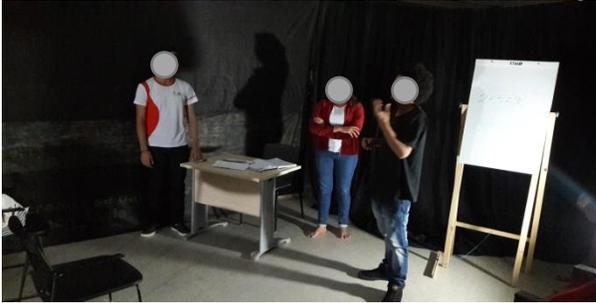
Reunidos antes da apresentação do trabalho, sobre conceitos de força, energia e campo, proposto pelo professor, Willian e Raquel desejam sucesso a Isaac, para ter a capacidade de apresentar os conceitos de forma clara e objetiva para a turma.

No dia de apresentação os três apresentam os conceitos de força, energia e campo. Isaac, apresenta sobre força, Willian sobre energia e Raquel sobre campo. Ao final, todos recebem os aplausos da turma e os parabéns do professor pelo desempenho e capacidade de discorrer sobre esses conceitos importantes que são um marco no desenvolvimento da física.

A apresentação do teatro científico, contou com aproximadamente 300 espectadores (Figura 32), entre alunos, professores, técnicos e comunidade em geral. No momento da

apresentação, a plateia ficou atenta ao desenrolar das cenas e as falas dos personagens. Todos assistiram à apresentação em silêncio e atentos a todos os movimentos encenados no palco. A peça teve uma duração de 45 minutos e ao final, muitos aplausos para os atores e demais participantes (Figuras 30, 31 e 33).

Figura 30: Apresentação da peça teatral científica “Os três conhecimentos”



Fonte: Autoria própria

Figura 31: Foco e concentração na apresentação das cenas



Fonte: Autoria própria

Figura 32: Platéia de alunos do ensino médio integrado



Fonte: Autoria própria

Figura 33: Final da apresentação da peça teatral científica “Os três conhecimentos”



Fonte: Autoria própria

Participaram ainda, alunos de escolas públicas estaduais de Ensino Médio do município de Rio Branco, acompanhados de seus professores e corpo pedagógico. Muitos professores e alunos realizaram diversos comentários, relatando como foi o impacto da peça nos seus alunos. Observe-se isso no recorte da fala do professor e de quatro alunos das escolas públicas:

Professor A1: *“Acredito que a peça de teatro tenha sido uma ferramenta importante no processo de ensino-aprendizagem, tanto para os atores, que buscaram o conhecimento por meio de pesquisas para poderem atuar, como para os espectadores, os quais tiveram a oportunidade de apreciar a apresentação e aprender conceitos da Física de modo dinâmico e lúdico. Para os meus alunos, foi uma excelente oportunidade, pois eles vivenciaram o estudo da Física a partir de uma*

abordagem diferente e enriquecedora. Nos relatórios que produziram, mencionaram vários pontos presentes na peça, demonstrando que a aprendizagem foi efetiva”.

Aluno A1: *“Após ter assistido à peça, resolvi rever algumas coisas em minha vida, e procurar me dedicar mais aos estudos, que os resultados irão aparecer”.*

Aluno A2: *“A peça foi muito legal, aprendi que energia tem relação com trabalho, muito legal”.*

Aluno A3: *“Achei legal como eles conseguiram montar e desmontar o cenário”.*

Aluno A4: *“ A peça teatral contribuiu para o aprimoramento e aprofundamento de um conteúdo bastante relevante no dia a dia, além de promover uma interação ampla dos participantes ali presentes. O empenho, organização e entusiasmo dos envolvidos deixou o espetáculo mais bonito. ”*

Estas respostas mostram os resultados positivos da apresentação da peça teatral científica “Os Três Conhecimentos”. Durante a implementação e construção da peça, a expectativa em relação a apresentação foi perceptível em todo *campus*. Nos corredores, nas salas de aulas e nos diversos espaços do *campus* o assunto abordado era sobre a temática que seria abordada na peça teatral científica.

Após o espetáculo convidou-se o grupo dos 24 (vinte e quatro) alunos para responder um questionário de perguntas - Apêndice M (as mesmas de antes) e assim avaliar o impacto da peça na organização de conceitos da física. Compareceram nesta atividade 11 (onze) estudantes dos 24 (vinte e quatro). Os estudantes responderam o questionário diagnóstico na sala de informática do *campus*, utilizando o Google Drive Formulário (Google Forms) individualmente e sem consulta. O tempo de aplicação do questionário foi de aproximadamente 50 minutos. O resultado é apresentado no quadro 7.

Quadro 7: Resultados do pós-espetáculo com 24 alunos do segundo ano

Pergunta	Resultado
1. O que você entende por força?	36,3 % associaram o conceito de força ao que é forte, robusto, com vigor físico e energia vital, fenômenos naturais como o vento, a chuva, o furacão, o raio. 63,7% responderam à pergunta relacionando com o conceito científico de força: <i>O que muda a velocidade do corpo, muda a velocidade, qualquer ação que muda a velocidade de um corpo.</i>

2. Qual (is) das situações afirmadas por Galileu Galilei em que Newton se apoiou para definir o ente que chamamos força	36,3% responderam à pergunta entendendo que: <i>O corpo tem que ficar em movimento e em repouso, Ele pode permanecer em movimento se tiver em movimento e repouso se tiver em repouso, Se a força parasse o corpo continuava.</i> 63,7% associou as ideias de Galileu ao conceito de inércia.
3. A opção que melhor representa as ideias Aristotélicas sobre força é:	72,8% compreenderam a ideia aristotélica que relaciona força a movimento: um corpo só permanecia em movimento se atuasse sobre ele alguma força. Se a força parasse, o corpo também parava.
4. O que você entende por energia?	81,8% relacionaram o conceito de energia com a capacidade realizar trabalho: <i>capacidade de produzir trabalho, capacidade de realizar trabalho, produção de trabalho, É a realização de trabalho.</i>
5. No seu entendimento, em qual desses exemplos ocorre transformação de energia?	100% das respostas demonstraram uma relação entre processos de transformação e transferência de energia.
6. O termo energia está relacionado à capacidade de realizar:	90,9% relacionaram energia com a capacidade de realização de trabalho.
7. O que você entende por campo?	72,7% dos alunos relacionaram o conceito físico de campo com a ideia de intensidade (magnitude), espaço ou interação à distância.
8. O conceito físico de campo para ser perfeitamente compreendido deve estar associado a um (a):	54,5% entenderam que a necessidade de associar o conceito de campo a uma função matemática.
9. A concepção científica dos conceitos de força, energia e campo, respectivamente, está relacionada com a ideia de:	63,6% relacionaram os conceitos de força, energia e campo a mudança de velocidade, transformação ou transferência e interação à distância, respectivamente.

Fonte: elaboração própria, 2018,

Desse modo, observou-se que nestes 11 (onze) alunos, espectadores da peça teatral “Os Três Conhecimentos”, uma mudança na organização e compatibilidade dos conceitos. As respostas, de modo geral, estavam contidas nos diálogos dos atores e nas cenas na peça teatral. Nalgumas respostas observam-se as mesmas frases e/ou textos das cenas apresentadas.

A implementação do teatro científico como organizador prévio para a aprendizagem de conceitos de eletrostática nos revelou caminhos, estabelecidos a partir dos conhecimentos prévios dos alunos que foram sendo gradativamente ampliados por meio da utilização do teatro científico como organizador prévio.

De acordo com (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p.144), os organizadores

poderão facilitar, de forma primária, a incorporação e longevidade do material de forma significativa por três razões; (i) por ter ideias relevantes já disponíveis na estrutura cognitiva, tornando significativa ideias novas; (ii) utilizar ideias mais gerais e inclusivas, tornando possível a subordinação apoiado em condições relevantes e (iii) o pelo próprio aprendiz tentar identificar e indicar a relevância dos conteúdos na estrutura cognitiva e sua importância para o novo material de aprendizagem.

Observou-se que a peça contribuiu na aprendizagem dos conceitos da eletrostática, fazendo os alunos trabalharem de forma integrada, na construção da peça, elaboração de roteiro, quanto na caracterização dos personagens, ensaios e apresentação da peça.

De modo geral, observou-se nas respostas do questionário diagnóstico com 11 alunos espectadores do teatro científico “Os Três Conhecimentos”, que houve avanço nas assimilações dos conceitos de força, energia e campo. Observou-se que nas perguntas 02 e 03, não foi alcançado o objetivo do organizador prévio que é proporcionar a presença do conteúdo relevante na estrutura cognitiva do aluno, resultante da visão geral do material transmitido em um nível mais alto de abstração e possibilitar a aprendizagem de novos conceitos.

Por fim, verificou-se com o uso de ideias mais gerais e inclusivas que os alunos pesquisados se motivaram para a recepção do conteúdo programático da peça e apesar do tempo de apresentação, em torno de 45 minutos, os alunos receptores (plateia) conseguiram expressar os conceitos que foram abordados de modo mais dinâmico e interdisciplinar, que possibilita a aprendizagem significativa.

5.5 Os efeitos da peça teatral na aprendizagem do grupo do teatro

Apresentam-se os efeitos da peça teatral na aprendizagem do grupo do teatro, que participou da produção e apresentação da peça. Inicialmente, foram submetidos a uma investigação prévia de conhecimento. Os 33 (trinta e três) alunos do curso técnico integrado em Informática Ifac, *campus* Rio Branco, responderam um questionário contendo 10 (dez) questões envolvendo os conceitos de força, campo e energia para que demonstrassem sua compreensão desses conceitos, de princípios, leis e teorias relacionadas a eles.

Realizou-se as análises dos textos selecionados (artigos científicos) para a construção da ideia central da peça. A análise, foi realizada através da construção de roteiros de investigação para

montagem da peça teatral. Os roteiros foram encaminhados aos alunos com as seguintes orientações para sua resolução: (i) título do roteiro; (ii) descrição do tema; (iii) atividade investigativa e (iv) a avaliação do roteiro. O objetivo do roteiro de investigação, era relacionar os conceitos que inspirassem a construção da peça e contribuíssem na aprendizagem dos conceitos de força, energia e campo, considerando os marcos do desenvolvimento da física.

Foram enviados 5 (cinco) roteiros de investigação – RIs (Apêndice C) numerados e com os seguintes títulos: (i) “Que a força esteja com você! ” (ii) “A força na antiguidade” (iii) “Vis Viva” (iv) “O status da energia” e (v) “O conceito de campo”. Os alunos (colaboradores) recebiam os roteiros de investigação por e-mail, respondiam a atividade investigativa e se preparavam para as discussões e comentários na sala de aula.

Os roteiros de investigação, foram discutidos e analisados durante as aulas. Em relação ao conceito de força, no roteiro 1 abordou-se o contexto histórico e perfil conceitual em diversas visões e linguagem. O estudo, auxiliou na compreensão do significado a partir da abordagem extracientífica até as primeiras conotações científicas.

O objetivo era que o aluno: (i) conceituasse força numa visão extracientífica;(ii) identificasse as várias concepções e conceitos de força no contexto histórico; (iii) identificasse o desenvolvimento do conceito de força desde a física aristotélica até mecânica newtoniana e (iv) descrevesse as primeiras conotações do conceito científico de força.

No roteiro 2, abordou-se o conceito de força no pensamento grego e os diversos aspectos relacionados ao seu desenvolvimento. O estudo auxiliou na reflexão sobre a abordagem e concepções dentro desse contexto.

O objetivo era que o aluno: (i) conceituasse força na visão da ciência grega; (ii) identificasse os aspectos da cosmologia grega e a visão de diversos filósofos; (iii) identificasse o conceito de força segundo Platão e (iv) descrevesse as ideias intuitivas a respeito do conceito de força.

No roteiro 3 e 4, abordou-se o conceito de energia. O conceito evolutivo, as concepções no cotidiano escolar e as concepções alternativas, ajudariam a refletir e conhecer suas primeiras conotações científicas.

O objetivo era que o aluno: (i) conceituasse energia pela ciência aristotélica; (ii) conhecesse o processo evolutivo do conceito de energia; (iii) identificasse as várias concepções e conceitos de energia; (iv) identificasse as concepções do termo energia no cotidiano escolar e (v)

descrevesse as concepções alternativas a respeito da energia.

No roteiro 5, abordou-se o conceito de campo. Os seus aspectos históricos-conceituais, uma visão relacionada a interação entre os corpos, a relação com uma função matemática e o que entendemos hoje sobre este conceito, resultado da fusão entre as duas concepções.

O objetivo era que o aluno: (i) conhecesse os aspectos histórico-culturais sobre o conceito de campo; (ii) identificasse os princípios de interação entre os corpos; (iii) identificasse as formas de representação matemática para o conceito de campo e (v) descrever o conceito atual que entendemos de campo.

Após a discussão e análise dos roteiros de investigação, tornou-se possível a execução das próximas etapas da implementação do teatro científico que são: socialização da proposta, construção do roteiro, composição das equipes, caracterização dos personagens, produção, ensaios e apresentação da peça.

Os efeitos da peça teatral científica na aprendizagem dos alunos foram observados durante a discussão e análise dos textos inseridos no roteiro de investigação. Observou-se durante a construção do roteiro da peça, que os alunos ampliaram seus conhecimentos em relação aos conceitos de força, energia e campo. Apresenta-se no quadro 8 o depoimento registrado (e-mail, entrevistas, etc.) de alguns participantes da peça teatral.

Quadro 8: Depoimento sobre a participação na peça teatral

Qual aprendizado na participação na peça teatral científica “Os Três Conhecimentos”?
<i>PARTICIPANTE 1: Participar do teatro científico, foi algo que nos exigiu muito a aprendizagem do trabalho em equipe, a aceitação de ideias para o crescimento do projeto, sem falar também das contribuições externas que foram feitas para que o roteiro pudesse ficar firmado em sua base científica. Esse trabalho foi com certeza um grande ganho de experiências para nossa juventude. Agora, quando estivermos a trabalhar em equipe nos nossos futuros cargos de emprego, teremos uma maior noção de organização e liderança. Criar o roteiro dessa peça nos permitiu idealizarmos uma realidade bem diferente da nossa. Quando imaginávamos as cenas em nossas mentes, ficávamos ansiosos para ver como ficaria ao serem interpretadas pelos atores, o drama intensificado pelo fundo musical e pela atuação dos nossos amigos, só colaboravam com nossa intensa ansiedade para produção dessa peça. O vídeo de introdução à Física com a breve história dos personagens é a prova real do que estou falando, ficou simplesmente ÉPICO com a grande voz do nosso narrador. De verdade foi maravilhoso participar de tudo isso.</i>
<i>PARTICIPANTE 2: Esse projeto vai ficar marcado, não só na minha vida, mas com certeza na vida de todos os que estiveram envolvidos nele. Foram dias de muito trabalho, várias horas de sono perdidas mas valeu a pena. É ótimo ver o resultado de nossa apresentação. Além de nos ensinar sobre física e seus conceitos, aproximou ainda mais a turma do terceiro ano. Espero que este projeto Abra novas portas no Ifac. Não aprendemos somente na sala de aula,</i>

mas em todo o momento onde nós estivermos. Podemos ensinar a Física e outras disciplinas usando além do normal, a música, dança, poesia e o próprio teatro. Agradeço a todos, primeiramente a Deus por ter nos dado força e energia, agradeço ao professor Erlande Nascimento por nos escolher para este projeto, e agradeço novamente a todos os envolvidos, isso vai ficar marcado na história do Instituto Federal do Acre.

PARTICIPANTE 3: *O uso do teatro científico como método pedagógico, possibilitou uma experiência de poder vivenciar a evolução e a compreensão da ciência ao longo da história. Possibilitou também o despertar nos alunos, a prática do método científico tanto utilizado no dia-a-dia dos cientistas e também a iniciação científica ao utilizar traços da época e materiais experimentais no momento da apresentação da peça. Exigiu estudo para que no momento da apresentação, todos interpretassem e falassem com clareza os conceitos de força, energia e campo. Para mim, despertou ideias que as vezes deixamos esquecidas no dia-a-dia, além de melhorar o meu desempenho e interesse pelo conteúdo, que em todas as partes está ligado com o conteúdo histórico. Foi importante para o desenvolvimento do ano letivo, com as outras disciplinas, além de proporcionar o importante olhar crítico em todos os alunos.*

PARTICIPANTE 4: *Participar do teatro científico foi uma experiência diferenciada. A preparação para o momento de apresentar a peça proporcionou o compartilhamento de conhecimentos pertinentes à qual, é de grande relevância. Os conceitos de força, energia e campos abordados nos ensaios, permitiram uma compreensão melhor da realidade. Ademais, as interações entre os participantes do teatro foram marcantes. Por meio do processo de criação do roteiro, ideias envolvendo a criatividade e as ciências da natureza, puderam ser apresentadas, discutidas e aprimoradas. Nota-se, desse modo, que os benefícios da peça teatral não foram sentidos apenas por aqueles que assistiram a ela: os que integraram a equipe organizadora do espetáculo também tiveram a oportunidade de usufruírem dos seus efeitos positivos, sendo perceptível um aprofundamento no entendimento geral da física.*

Fonte: elaboração própria, 2018

Ao analisar as falas, observa-se que os textos científicos (artigos científicos) que foram apresentados aos alunos, contribuíram na compreensão dos conceitos de força, energia e campo, a partir da avaliação realizada em sala de aula.

Ambos os textos, abordavam os conceitos de forma clara e possibilitava aos alunos uma melhor compreensão dos conceitos abordados. O participante 1, salientou que as contribuições dos textos científicos foram importantes para que o roteiro ficasse firmado em base científica. Já o participante 3, enfatizou a experiência da criação da peça utilizando os textos científicos que contribuiu para vivenciar a evolução e a compreensão da ciência ao longo da história. O referido participante afirmou ainda que a utilização de materiais experimentais na peça, contribuiu muito no aprendizado no momento da apresentação da peça.

O depoimento do participante 4, enfatiza que através da peça teatral os conceitos de força, energia e campo, permitiram uma compreensão melhor da realidade. As ideias durante a criação do roteiro, foram discutidas e aprimoradas e que os efeitos positivos da peça, não foram sentidos

apenas pela plateia, mas por todos os participantes.

Mesmo não sendo os alunos foco da pesquisa, observou-se que durante todo o processo de construção da peça teatral, os alunos demonstraram uma maior motivação em trabalhar conceitos amplos de física, de uma forma lúdica e divertida, do que no ensino formal. Buscaram soluções diante dos desafios que eram propostos, favorecendo assim, a comunicação (nesse caso, científica) de cada participante.

Observou-se que, com a leitura dos textos científicos, os alunos melhoram sua argumentação referentes aos conceitos de força, energia e campo. Verificou-se na fala do participante 2, que a construção da peça teatral contribui para a melhoria no desempenho em outras unidades curriculares, proporcionando habilidades como assimilação e foco dentro da sala aula, contribuindo no processo de ensino-aprendizagem.

Analisou-se também que houve diferenciação progressiva em que as ideias mais gerais e mais inclusivas dos conhecimentos prévios da eletrostática foram apresentadas em primeiro lugar.

Dessa forma, com a implementação da proposta que iniciou com a ideia central da peça até a apresentação, observou-se resultados positivos com o grupo que apresentou a peça. Dois aspectos podem ser colocar em evidência: o primeiro é a eficácia da inserção de textos científicos na aprendizagem de conceitos da física e no estímulo e motivação dos alunos no processo de construção da peça.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa foi construída apresentando o teatro científico como organizador prévio, com enfoque na aprendizagem significativa de conceitos da eletrostática. Dessa forma, construiu-se uma peça teatral científica intitulada “Os Três Conhecimentos” abordando conceitos de força, energia e campo que são conhecimentos prévios fundamentais para a aprendizagem significativa de conceitos do Eletromagnetismo, no conteúdo eletrostática, abordados geralmente no terceiro ano do Ensino Médio.

A metodologia empregada nesta pesquisa é classificada com uma abordagem qualitativa norteada pela pesquisa-ação, que segundo Thiollent (2000b, apud BEDIM, 2012) tem por propósito subsidiar a solução de um problema coletivo por meio da atuação direta do pesquisador, envolvido com outros atores sociais chamados de cooperativos ou participativos.

O objetivo principal dessa pesquisa é investigar em que aspectos o teatro científico pode se configurar como um organizador prévio para a aprendizagem significativa de conceitos da eletrostática para alunos do segundo ano do Ensino Médio. Além disso, discutir o uso do teatro científico como organizador prévio de conceitos da Física, a partir de então, elaborar um roteiro de uma peça teatral científica visando a organização e compatibilidade de conceitos para a aprendizagem da eletrostática e avaliar a peça teatral científica sob a perspectiva de um organizador prévio de conceitos da eletrostática.

Considera-se que os objetivos foram alcançados, visto que a peça teatral científica foi planejada e implementada como organizador prévio de conceitos da eletrostática. Verificou-se que após a apresentação da peça, com os resultados das análises dos questionários, uma mudança na organização e compatibilidade dos conceitos. As respostas, estavam contidas nos diálogos dos atores e nas cenas na peça teatral. Em algumas respostas, observou-se as mesmas frases e/ou textos das cenas apresentadas.

Diante o que Moreira (2012, p.3) contextualiza sobre as funções do organizador prévio e visto isso, a peça teatral científica atuou nas interações entre quem já teve contato e enfrentou as principais dificuldades para assimilação dos conceitos de eletrostática (alunos do terceiro ano) com quem está adquirindo os conceitos (alunos do segundo ano). Dessa forma identificou-se um conteúdo relevante para estrutura cognitiva, elevou-se a abstração de todos os envolvidos, pois ações e desafios foram enfrentados em ambas as partes e facilitou a aprendizagem com um novo

material.

O teatro científico como organizador prévio atendeu aos objetivos específicos uma vez instigados sobre o que conheciam previamente sobre os conceitos de força, energia e campo, responderam apenas conceitos voltados ao senso comum. Após a implementação da peça, observou-se avanços e melhorias, além de integrá-los de forma lógica e científica.

Observou-se que o teatro científico como organizador prévio promoveu a aprendizagem, pois na concepção ausubeliana, os organizadores prévios não são apenas comparações existentes de forma introdutória em relação a conteúdo, distinto disto, os organizadores têm que em primeiro lugar apontar os conteúdos que são relevantes na estrutura cognitiva e explicá-los de forma relevante em relação ao novo conceito que será aprendido.

Constatou-se que a maioria dos alunos compreenderam o conceito científico de força, necessário para o entendimento dos conteúdos posteriores sobre Eletromagnetismo, no conteúdo eletrostática.

Conforme eram perguntados e desafiados, os alunos questionavam sobre os conceitos de força, energia e campo. Buscavam em diversas fontes, aprimorar os conhecimentos para a apresentação da peça teatral. Especificamente sobre os conceitos, construíram uma ponte específica conceitual e histórica tornando eficiente o aprendizado.

Em relação aos alunos do terceiro ano do Ensino Médio, que não era o foco da pesquisa, verificou-se através das falas dos alunos melhorias e avanços na aprendizagem dos conhecimentos prévios (subsunção) força, energia e campo.

Por conseguinte, o teatro científico como organizador prévio, pode ser considerado um espaço para aulas diferentes, aulas que incentivam a produção de conhecimento, podendo convergir de uma aula expositiva para um ambiente lúdico que estimula a memória, atenção, a concentração e que promova nos alunos a aprendizagem de novos conhecimentos.

Espera-se que essa pesquisa se torne um projeto contínuo e sólido no Ifac, contribuindo para aprendizagens mais significativas, e servindo de exemplo para outros projetos que promovam aulas dinâmicas, motivadoras e transformadoras no meio da comunidade acadêmica e de nossa sociedade.

A partir dessa pesquisa foi possível criar como produto educacional do Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico, um manual intitulado “ O teatro científico como organizador prévio de conceitos da eletrostática - manual de orientação ao professor”, com o objetivo de

incentivar o ensino e aprendizagem da eletrostática por meio do teatro científico nas escolas. E além desse conteúdo, instigar em outros educadores o uso do teatro científico como recurso pedagógico em sua prática educacional.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. 1 ed. Portugal: Paralelo Editora, 2003.

AUSUBEL, David. Paul; NOVAK D., Joseph; HANESIAN, Helen. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro, Interamericana. Tradução ao português, de Eva Nick et al. Da segunda edição de **Educational psychology: a cognitive view**. 623p,1980.

AZEVEDO, Roberto Luiz. Uso de Organizadores Prévios na Aprendizagem Significativa do Eletromagnetismo. Using Previous Organizers Meaningful Learning in the Electromagnetism. **Acta Scientiae**, v. 15, n. 2, p. 304-320, 2013. Disponível em: <<http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/viewFile/379/674>> Acesso em: 04 ago. 2017.

BATISTA, Denis Nunes et al. **O teatro científico no Brasil e o ensino de física**. XVIII Simpósio Nacional do Ensino de Física. João Pessoa, 2009. Disponível em: <http://www.ciencia.iao.usp.br/dados/snef/_oteatrocientificonobrasil.trabalho.pdf> Acesso em: 10 mar. 2018.

BEDIM, Juçara Gonçalves Lima. Metodologias participativas na extensão universitária: instrumento de transformação social. **Revista agenda social**. V. 6. n. 1. 2012. Disponível em: <<http://www.revistaagendasocial.com.br/index.php/agendasocial/article/view/13/2>> Acesso em: 04 jan. 2018.

BERTHOLD, Margot. **História Mundial do Teatro**. Tradução Maria Paula V. Zurawski. 1º Edição. São Paulo: Editora Perspectiva S.A, 2001.

BITTAR, Marisa; FERREIRA Jr, Amarildo. **Pluralidade Linguística, Escola de Bê-á-bá e teatro jesuítico no Brasil do século XVI**. Educ. Soc., Campinas, vol. 25, n.86, p 171-195, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/es/v25n86/v25n86a09.pdf>> Acesso em: 03 jan. 2018.

BOSS, Sérgio Luiz Bragatto. **Ensino de eletrostática: A história da ciência contribuindo para a aquisição de subsunçores**. 2009. 136 f. (Dissertação de Mestrado). Dissertação (mestrado em Educação para a Ciência) –Faculdade de Ciências–Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. 2009. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/90852>> Acesso em: 17 jan. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Artigo 36. Estabelece o currículo do ensino e suas diretrizes. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/tvescola/leis/lein9394.pdf>> Acesso em: 24 mar. 2018.

_____. **PCN + Ensino Médio**. Parte III. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. Brasília: MEC, 2002. Disponível em:

<<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>> Acesso em: 24 mar. 2018.

BRECHT, Bertold. **Estudos sobre teatro**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2005.

CEBULSKI, Márcia Cristina. **Introdução à história do teatro no ocidente: dos gregos aos nossos dias**. Guarapuava: Editora Unicentro, 2013. Disponível em: <encurtador.com.br/lrI38> Acesso em 04 jan. 2018.

CRUZ, Frederico Firmo de Souza. Conceito de força no pensamento Grego. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 2, n. 1, p. 16-24, jan. 1985. ISSN 2175-7941. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/5797/5318>>. Acesso em: 07 jul. 2018.

DA SILVA, José Roberto; DE MORAIS, Natália Dias; DA SILVA RUFINO, Maria Aparecida. AS IDEALIZAÇÕE DOS CÁLCUOS DE NEWTON E LEIBNIZ COMO ORGANIZADORES PRÉVIOS COMPARATIVOS PARA A DEFINIÇÃO DE DERIVADA. **Aprendizagem Significativa em Revista/ Meaningful Learning Review – V4(2)**, pp. 57-71, 2014. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID61/v4_n2_a2014.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2018.

EL ANDALOUSSI, Khalid. **Pesquisas-ações: ciências, desenvolvimento, democracia**. São Carlos: EdUFSCAR, 2004.

FARIAS, Leonel. Marques; SELLITTO, Miguel. Afonso. Uso da energia ao longo da história: evolução e perspectivas futuras. **Revista Liberato (Novo Hamburgo)**, v. 12, p. 7/21788820-16, 2011. Disponível em: <encurtador.com.br/djyJ7> Acesso em: 07 jul. 2017.

FERNANDES, Elisângela. David Ausubel e a Aprendizagem Significativa. NOVA ESCOLA. 2011. Disponível em:< <https://novaescola.org.br/conteudo/262/david-ausubel-e-a-aprendizagem-significativa>>. Acesso em: 08 mar. 2018.

FURIÓ, Carles; GUIASOLA, Jenaro. La enseñanza del concepto de campo eléctrico basada en un modelo de aprendizaje como investigación orientada. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 19, n. 2, p. 319-334, 2001. Disponível em: < <https://www.researchgate.net/publication/28054927>> Acesso em: 13 dez. 2017.

GHEDIN, Evandro; FRANCO, Maria Amélia S. **Questões de método na construção da pesquisa em educação**. São Paulo: Cortez, 2011.

GIMENEZ, Hercules. **TEATRO CIENTÍFICO: Uma Proposta Didática para o Ensino de Física**. 2013; 119p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade Federal do Mato Grosso. Cuiabá. 2013. Disponível em: < http://fisica.ufmt.br/pgecn/index.php/utilidades/arquivos-para-download/doc_download/58-hercules-gimenez> Acesso em: 13 dez. 2017.

GUNDERSON, Lauren. Science plays come of age. **The Scientist**, 2006. Disponível em: <<http://www.the-scientist.com/news/display/24160/>>. Acesso em: 17 mai. 2017.

KOUDELA, Ingrid Dormien. **Jogos Teatrais**. 2. ed. São Paulo: Perspectiva, 1990.

KRAPAS, Sônia; DA SILVA, Marcos Corrêa. O conceito de campo: polissemia nos manuais, significados na física do passado e da atualidade. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 1, p. 15–33, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v14n1/02.pdf>> Acesso em: 13 dez. 2017.

LIMA, Caio Graco Medeiros de. **Criação, construção, uso e análise de um jogo digital voltado ao ensino de circuitos elétricos**. 2015. 113f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Rio Grande do Norte. 2015. Disponível em: <<https://memoria.ifrn.edu.br/handle/1044/369>> Acesso em: 05 dez. 2017.

MAGALHÃES, Murilo de F.; SANTOS, Wilma M.; DIAS, Penha M.C. Uma proposta para ensinar os conceitos de campo elétrico e magnético: Uma aplicação da história da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 24, n. 4, Dezembro, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v24n4/a16v24n4.pdf>> Acesso em: 02 jan. 2018.

MARTÍN, José; SOLBES, Jordi. Diseño y evaluación de una propuesta para la enseñanza del concepto de "campo" en física. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 19, n. 3, p. 393-403, 2001. Disponível em: <<https://ddd.uab.cat/record/1540>> Acesso: 13 dez. 2017.

MONTENEGRO, B. et al. **O papel do teatro na divulgação científica: a experiência da Seara da Ciência**. Cienc. Cult. São Paulo, v. 57, n. 4, 2005. Disponível em: <<http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v57n4/a18v57n4.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2018.

MORAES, Ronny, Machado de. **A aprendizagem significativa de conteúdos de Biologia no Ensino Médio, mediante o uso de organizadores prévios e mapas conceituais**. 2005. 175 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, 2005. Disponível em: <encurtador.com.br/rGHIO> Acesso em: 12 dez. 2017.

MOREIRA, Leonardo Maciel; MARANDINO, Martha, O teatro em museus e centros de ciências no Brasil. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos, Rio de Janeiro v.22, supl., dez. 2015, p.1735-1748**. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=386143519012>> Acesso em: 18 jan.2018.

MOREIRA, Leonardo. Maciel; LOPES JÚNIOR, Marco. Antônio de Abreu. A. CIÊNICA: divulgação da ciência e tecnologia por meio do teatro. **Rev. Ciênc. Ext.** v.11, n.2, p.140-150, 2015. Disponível em: <http://ojs.unesp.br/index.php/revista_proex/article/download/1044/1102> Acesso em: 07 jul. 2017.

MOREIRA, Marco Antônio. **Aprendizagem significativa em mapas conceituais**. 2013. Texto de apoio ao professor de física. V.24 n. 6.2013. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v24_n6_moreira_.pdf> Acesso em: 07 mai. 2017.

MOREIRA, Marco Antônio. **Aprendizagem significativa: um conceito subjacente**, 2012. Disponível em: <<http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf>>. Acesso em: 02 out. 2017.

MOREIRA, Marco Antônio. **Organizadores prévios e aprendizagem significativa**. 2008. **Revista Chilena de Educación Científica**. ISSN 0717-9618, vol. 7, Nº .2, 2008, pp. 23-30. Revisado em 2012. Disponível em: < <http://moreira.if.ufrgs.br/ORGANIZADORESport.pdf>> Acesso em: 08 set. 2017.

MOREIRA, Marco Antonio; SOUZA, Célia M.S.G; DA SILVEIRA, Fernando L. Organizadores Prévios como estratégia para facilitar a aprendizagem significativa. **Cadernos de Pesquisa**. São Paulo (40): 41-53, fev. 1982. Disponível em:<<http://publicacoes.fcc.org.br/ojs/index.php/cp/article/view/1524>> acesso em: 28 mar. 2018

MOURA, Daniel de Andrade; TEIXEIRA, Ricardo Roberto Plaza. O teatro científico e o ensino de física- análise de uma experiência didática. **Revista Ciência e Tecnologia**, [S.l.], v. 11, n. 18, jan. 2010. ISSN 2236-6733. Disponível em: <<http://www.revista.unisal.br/sj/index.php/123/article/view/87>>. Acesso em: 25 mar. 2018.

NASCIMENTO, Wilson Emer. **História do desenvolvimento do conceito de força: um estudo visando contribuições para o ensino de física no nível médio**. 2011. 82f. Trabalho de conclusão de curso (TCC) - Faculdade de Engenharia do *campus* de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista – UNIP. São Paulo, 2011. Disponível em: < <http://200.145.6.238/handle/11449/120162>> Acesso em: 12 out. 2017.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. **Curso de Física Básica, Eletromagnetismo**: 1. ed. São Paulo: Editora Blucher, 1997.

ORNELLAS, Antonio José. **A energia dos tempos antigos aos atuais**. Universidade Federal de Alagoas, EDUFAL 2006. Disponível em: < http://www.usinaciencia.ufal.br/multimedia/livros-digitais-cadernos-tematicos/A_Energia_dos_Tempos_Antigos_aos_dias_Atuais.pdf> Acesso em: 07 jul. 2017.

POZO, Juan Ignacio. e CRESPO, Miguel Angel Gomes. **A aprendizagem e o ensino de ciências – do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

RADÉ, Tane da Silva. **O conceito de força na física – evolução histórica e perfil conceitual**. 2005. 173f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática - ULBRA, Canoas. 2005. Disponível em: < <http://www.ppgecim.ulbra.br/teses/index.php/ppgecim/article/view/14/2> > Acesso em: 07 jul. 2017.

RIBEIRO, Rafael João; DA SILVA, Sani de Carvalho Rutz; KOSCIANSKI, André. Organizadores prévios para aprendizagem significativa em física: O formato curta de animação. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 3, 2012. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/epc/v14n3/1983-2117-epc-14-03-00167.pdf>> Acesso em: 08 set. 2017.

ROCHA, José Fernando Moura. O conceito de “campo” em sala de aula – uma abordagem histórico-conceitual. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, 1604 (2009). Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v31n1/v31n1a13.pdf>> Acesso em: 07 jul. 2017.

SANDÍN ESTEBAN, Maria Paz. **Pesquisa qualitativa em educação: fundamentos e tradições**. 1 ed. Editora Mc Graw Hill, Porto Alegre 2010.

SANTOS, Wilma M. Soares; DIAS, Penha M. Cardoso. A História da Física como “Organizador Prévio”. **XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física. Rio de Janeiro, 2005**. Disponível em: <http://www.cienciamao.usp.br/dados/snef/_ahistoriadafisicacomoorg.trabalho.pdf> Acesso em: 12 dez. 2017.

SARAIVA, Cláudia Correia. **Teatro científico e ensino da química**. 2007. 172 f. Dissertação (Mestrado em Química para o Ensino) – Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto, 2007. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/64139>>. Acesso em 08 nov. 2017.

SHIMIZU, Shizue; HORRI, Cristina L; PACCA, Jesuína L. A. Ensinando construtivamente conceitos de eletrostática seguindo um planejamento previsto. **XX Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2013**. São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://www.producao.usp.br/handle/BDPI/44123>> Acesso em: 13 dez. 2017.

SILVA, José, Roberto da; MORAIS, Natália, Dias de; RUFINO, Maria Aparecida da Silva. **As idealizações dos cálculos de newton e leibniz como organizadores prévios comparativos para a definição de derivada**. Revista/Meaningful Learning Review – V4(2), pp. 57-71, 2014. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID61/v4_n2_a2014.pdf> Acesso em: 09 jan. 2018.

SILVEIRA, Alessandro. Frederico da. **O teatro como instrumento de humanização e divulgação da ciência: um estudo do texto ao ato da obra Copenhague de Michael Frayn**. 2011, 234f. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) /UFBA-UEFS, Salvador. 2011.

TAVARES, Romero. Aprendizagem significativa, codificação dual e objetos de aprendizagem. **Brazilian Journal of Computers in Education**, v. 18, n. 02, p. 04, 2010. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/1205>> Acesso em: 03 out. 2017.

TENFEN, Danielle Nicolodelli. Editorial: Base Nacional Comum Curricular (BNCC). **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 33, n. 1, p. 1-2, abr. 2016. ISSN 2175-7941. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2016v33n1p1>>. Acesso em: 06 mai. 2017.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 12 ed. São Paulo: Cortez, 2003.

TORRES, Carlos Magno. **Física – Ciências e Tecnologia: volume 1**. 2. ed. – São Paulo: Editora Moderna, 2010.

TRIPP, David. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, set. /dez. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ep/v31n3/a09v31n3.pdf>> Acesso em: 01 ago. 2017.

WEISS, Josiane Maria. **A importância das simulações computacionais no trato das representações da eletrostática**. 2006 119f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Luterana do Brasil – ULBRA, Canoas. 2006. Disponível em: < <http://www.ppgecim.ulbra.br/teses/index.php/ppgecim/article/view/54>> Acesso em: 02 out. 2017.

ZANETIC, João. Física e Arte: uma ponte entre duas culturas. **Pro-Posições, Campinas**, v. 17, n. 1, p. 39-57, 2006. Disponível em: < https://www.fe.unicamp.br/pf-fe/publicacao/2344/49_dossie_zaneticj.pdf> Acesso em 24 mar. 2018.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Questionário diagnóstico

QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO

LEIA COM ATENÇÃO AS INSTRUÇÕES ABAIXO

- ✓ Verifique se as questões estão em ordem correta (1 a 11). Caso contrário, solicite imediatamente outro formulário de questões. Após a conferência das questões, você deve assinar seu nome na capa deste referido documento;
- ✓ Nas questões de Múltipla Escolha, marque com X apenas uma resposta;
- ✓ Nas questões discursivas, você deverá expressar sua percepção sobre os conteúdos específicos abordados;
- ✓ Todas as respostas deverão ser escritas a caneta esferográfica de tinta preta ou azul;
- ✓ Tenha muito cuidado com este questionário, não dobrar, amassar ou manchar. Este formulário, só será substituído caso esteja danificado nas margens superiores e/ou inferiores;
- ✓ Este questionário é individual. São vedados o uso de calculadora e qualquer comunicação e troca de material entre os presentes, consultas a material bibliográfico, cadernos ou anotações de qualquer espécie.
- ✓ Você terá 1,5 horas para responder às questões de múltipla escolha e discursivas.

Nome do Aluno (a): _____

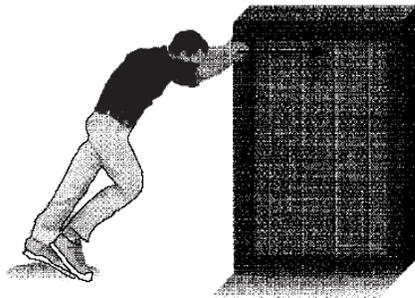
QUESTÃO 1

Desenhe um átomo, dispondo de lápis e canetas coloridas que desejar e explique o desenho.

QUESTÃO 2

(RAMALHO et al, 2009) Um caixote de peso 80N, inicialmente em repouso sobre o solo horizontal, é empurrado por uma força \vec{F} , também horizontal, de intensidade 24N. Determine a velocidade que o caixote adquire ao fim de 10s, sabendo que o coeficiente de atrito entre o caixote e o solo é 0,25 (use: $g = 10 \text{ m/s}^2$).

Figura 34: Caixote empurrado por uma pessoa



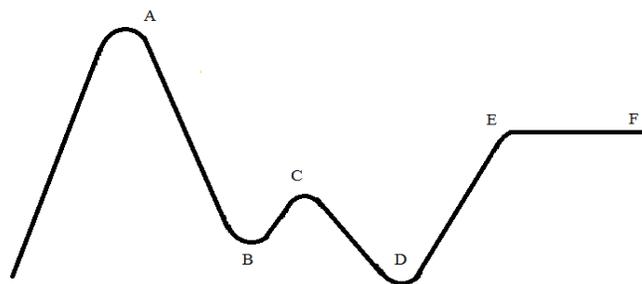
Fonte: Extraído de Ramalho et al, 2009

QUESTÃO 3

(POZO & CRESPO, 2009) O desenho da figura representa o perfil de uma montanha russa. O atrito entre o carro e as vias é muito pequeno e, portanto, não deve ser considerado. Deixa-se cair livremente um carro com seus ocupantes, sem velocidade inicial, da parte mais alta (o ponto A). Indique em que ponto dos que estão marcados no desenho você acredita que o carro terá atingido a maior velocidade.

- (a) B (b) C (c) D (d) F

Figura 35: Representação de uma montanha russa

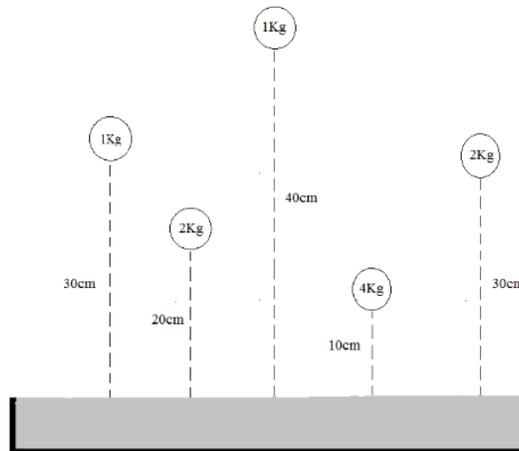


Fonte: Extraído de Pozo & Crespo, 2009

QUESTÃO 4

(POZO & CRESPO, 2009) Considere a ilustração apresentada na figura 2. Nele temos bolas de massas diferentes em alturas diferentes que quando soltas cairão num solo arenoso. Analisem o tamanho do buraco que provocaria a queda das bolas com diferentes massas e diferentes alturas.

Figura 36: Representação de bolas em queda livre



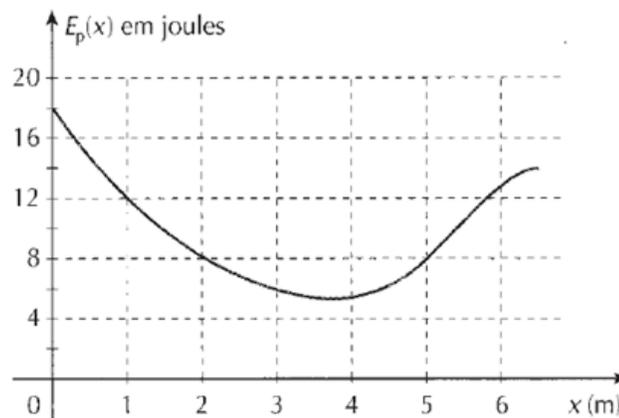
Fonte: Extraído de Pozo & Crespo, 2009

QUESTÃO 5

(RAMALHO et al, 2009) Uma partícula está sujeita á ação de uma única força $F(x)$, onde x é sua posição. A força é conservativa e a energia potencial, a ela associada, $E_p(x)$, é mostrada na figura 4. A variação da energia cinética da partícula, entre as posições $x = 0$ e $x = 5$ m, é:

- (a) 10J (b) 12J (c) 15J (d) 18J (e) 20J

Figura 37: Gráfico da ação de uma força

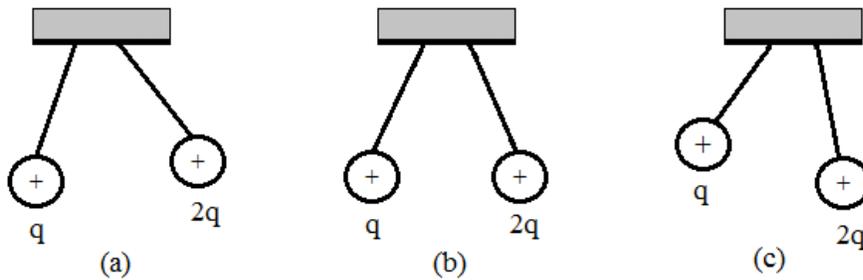


Fonte: Extraído de Ramalho et al, 2009

QUESTÃO 6

(FURIÓ & GUIASOLA, 1999) Duas bolas de poliestireno carregadas têm massas iguais e estão suspensas por um fio (não condutor), uma ao lado da outra. A carga de uma das bolas é o dobro da outra. Escolha qual o diagrama que melhor representa a condição do sistema.

Figura 38: Representação de bolas de poliestireno carregadas eletricamente



Fonte: Extraído de Furió & Guisasola, 1999

QUESTÃO 7

(MALONEY, 2001) Dois pequenos objetos cada um com carga elétrica positiva Q exercem entre si uma força de valor igual a F .

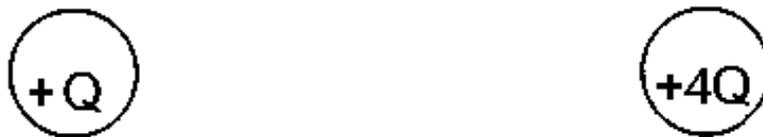
Figura 39: Representação de dois objetos carregados eletricamente com cargas iguais



Fonte: Extraído de Maloney, 2001

Nós mudamos um dos objetos por outro com carga elétrica $+4Q$.

Figura 40: Representação de dois objetos carregados eletricamente com cargas diferentes



Fonte: Extraído de Maloney, 2001

A força exercida sobre o objeto de carga $+Q$ antes era F e nessa nova condição é $4F$. Qual é o valor da força sobre o objeto de carga $+4Q$?

- (a) $16F$ (b) F (c) $4F$ (d) $F/4$

QUESTÃO 8

(TEODORO, 2000) Uma bola de tênis é lançada verticalmente para cima. Identifique qual força que age na bola enquanto ela sobe, no ponto mais alto de sua trajetória e durante a queda.

Figura 41: Representação do lançamento de uma bola de tênis



Fonte: Extraído de Teodoro, 2000

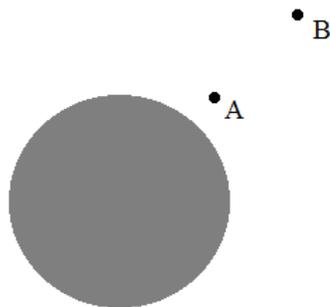
QUESTÃO 9

(DO ENSINO, GREF, 1998) Como você entende o conceito de campo?

QUESTÃO 10

Na representação do campo gravitacional da Terra pela cor cinza, explique por que no ponto A o valor do campo é maior que em B (veja figura 2)?

Figura 42: Representação do campo gravitacional da Terra

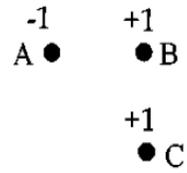


Fonte: Extraído de GREF, 1998

QUESTÃO 11

(MALONEY, 2001) Qual das setas indica a direção correta da força líquida (resultante) sobre a carga B?

Figura 43: Representação da força resultante sobre uma carga



Fonte: Extraído de Maloney, 2001



APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre
Câmpus Rio Branco

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Estamos convidando seu filho (a) para participar de uma pesquisa a ser realizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre – IFAC, com o tema **“O teatro científico como organizador prévio para a aprendizagem significativa de conceitos de eletrostática”**. Para tanto, necessitamos do seu consentimento.

A pesquisa tem como objetivo de investigar em que aspectos o teatro científico pode se configurar como um organizador prévio para a aprendizagem de conceitos de eletrostática de estudantes do terceiro ano do Ensino Médio.

Serão utilizados como instrumentos de coleta de dados questionários, entrevistas semiestruturadas e aberta e observação participante. A pesquisa será realizada nas dependências do IFAC/Câmpus Rio Branco. O dia e o horário serão previamente agendados junto aos senhores.

A identidade de seu filho(a) será preservada, pois cada indivíduo será identificado por um número. Como não se trata de um procedimento invasivo os riscos envolvidos neste estudo serão mínimos. Considera-se também uma oportunidade de discussão e reflexão sobre o teatro científico como organizador prévio no ensino de física.

A (s) pessoa (s) que realizará (ão) a pesquisa será (ao) estudantes do curso técnico integrado ao Ensino Médio em Informática e o professor Dr. João do Santos Cubral Neto, orientador da pesquisa. Solicitamos a sua autorização para a realização do estudo e para produção de artigos técnicos e científicos. Caso aceite assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua, a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa você não será penalizado(a) de forma alguma.

Agradecemos desde já sua atenção!

Mestrando/Pesquisador: _____

Orientador: _____



**INSTITUTO
FEDERAL**
Acre

Câmpus
Rio Branco

Avenida Brasil, 920, Bairro Xavier Maia
Rio Branco/AC - CEP 69.903-068
Telefones: (68) 2106-5900 + (68) 2106-5907 + (68) 2106-5906
E-mail: campusribranco@ifac.edu.br



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre
 Câmpus Rio Branco

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO

Eu, _____, RG/CPF _____, abaixo assinado, concordo que meu filho(a) participe do estudo como sujeito. Foi informado sobre a pesquisa e seus procedimentos e, todos os dados a seu respeito não deverão ser identificados por nome em qualquer uma das vias de publicação ou uso. Foi-me garantido que posso retirar o consentimento a qualquer momento.

Rio Branco-Ac,de de 2017

Nome do responsável: _____
 Assinatura: _____



**INSTITUTO
 FEDERAL**
 Acre

Câmpus
 Rio Branco

Avenida Brasil, 920, Bairro Xavier Maia
 Rio Branco/AC - CEP 69.903-066
 Telefones: (68) 2106-5900 - (68) 2106-5907 e (68) 2106-5906
 E-mail: campusriobranco@ifac.edu.br

APÊNDICE C – Roteiros de investigação para construção do roteiro da peça teatral

QUE A FORÇA ESTEJA COM VOCÊ!

Roteiro de Investigação 01

Carga horária prevista: 04 encontros (50 minutos cada aula)

Prof. Erlande D Ávila do Nascimento

DESCRIÇÃO E INFORMAÇÕES GERAIS

Prezado (a) Aluno (a), neste roteiro vamos tratar sobre o conceito de força. O contexto histórico e perfil conceitual em diversas visões e línguas. O estudo deste tema ajudará a refletir o significado a partir da abordagem extracientífica até as primeiras conotações científicas.

Bom estudo!

RESULTADOS PRETENDIDOS DA APRENDIZAGEM

- *Conceituar* força numa visão extracientífica;
- *Identificar* as várias concepções e conceitos de força no contexto histórico;
- *Identificar* o desenvolvimento do conceito de força desde a física aristotélica a mecânica newtoniana;
- *Descrever* as primeiras conotações do conceito científico de força.

ATIVIDADE INVESTIGATIVA

1. Vamos começar tratando sobre a concepção do conceito de “força”, numa visão totalmente extracientífica, emocional e filosófica. Para isto, apresentamos o seguinte *material de apoio*.
 - Star Wars, O Despertar da Força, o mestre **Yoda** aparece no Episódio 5, falando sobre o conceito de “força”. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=-NVHBKIHXOQ>.

Com base nestes recursos de estudo, responda:

- 1.1 George Lucas (roteirista de Star Wars) se baseou em conceitos de bioenergias da China (CHI) e da Índia (Prana), ao este conceito. Mencione como o mestre Yoda explica o que é “força”?
- 1.2 Quando conceituava força, o mestre Yoda mencionou: Sua energia nos cerca e nos une... Na sua visão, em que sentido ele relaciona “força” com energia?
2. Vamos agora concentrar a atenção no estudo sobre o conceito de força na física – evolução histórica e perfil conceitual. Para compreender sobre esse tema, sugiro o acesso ao seguinte material:
- Dissertação de Mestrado “O Conceito de força na Física – Evolução histórica e perfil conceitual”, de Tane da Silva Radé, Canoas 2005 disponível em: <http://www.ppgecim.ulbra.br/teses/index.php/ppgecim/article/view/14>.

Após a leitura das páginas 38 a 52, responda:

- 2.1 Sem pretender escrever um tratado sobre a etimologia do termo força, qual a origem e o conceito inicial do termo força?
- 2.2. Na visão etimológica proposta por Ernout e Meillet (1951), quais as derivações do conceito de força?
- 2.3. Podemos perceber já a partir da etimologia do termo força, que este apresenta um sentido bastante geral e variado. Segundo o autor, como se consolidou o termo força no decorrer dos séculos?
- 2.4. Mencione algumas das utilizações extracientíficas mais comuns e frequentes, encontradas em dicionários não só de língua portuguesa, como também de língua inglesa, italiana, francesa e alemã.
- 2.5 A partir de quando e por quem, o termo força começou a ter conotações de caráter científico?
- 2.6. Nas questões anteriores, tratamos da etimologia do termo força, apresentamos alguns dos seus usos mais frequentes, relativamente ao senso comum, e que fazem parte da literatura em geral. Segundo o Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa (1998), (*Encyclopaedia Britannica* do Brasil) quais as definições para o termo força, sob o ponto de vista da física.
- 2.7. Qual o conceito de força segundo o livro Curso de Física 1, literatura didática do

ensino médio, Álvares e Luz (1987).

2.8 Álvares e Luz (1987), comentam sobre um importante ponto sobre força em relação a interação entre corpos. Comente.

2.9. De que forma o termo força é introduzido na visão de (SEARS; ZEMANSKY & YOUNG, 1994) ao inserir a noção de vetor.

3. Agora vamos nos concentrar no estudo sobre “História do desenvolvimento do conceito de força”. Para isto, acesse o seguinte recurso:

- Trabalho de graduação: “História do desenvolvimento do conceito de força: um estudo visando contribuições para o ensino de física no nível médio, disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/120162>

Com base no seu estudo, responda:

3.1 Quais as principais concepções do Universo entre os filósofos pré-socráticos, que serviram de base para conhecer o conceito de força na física aristotélica?

3.2 Para explicar a origem do movimento, o conceito de força para Platão, estava ligada a algumas concepções. Comente.

3.3 Comente o conceito de força na mecânica newtoniana?

AVALIAÇÃO

Não será atribuída nota a esta a este roteiro investigativo. Será dado feedback na própria aula.

A FORÇA NA ANTIGUIDADE!

Roteiro de Investigação 02

Carga horária prevista: 02 encontros (50 minutos cada aula)

Prof. Erlande D Ávila do Nascimento

DESCRIÇÃO E INFORMAÇÕES GERAIS

Prezado (a) Aluno (a), neste roteiro vamos tratar sobre o conceito de força no pensamento grego e conhecer diversos aspectos relacionados ao seu desenvolvimento. O estudo deste tema ajudará a refletir sobre a abordagem e concepções dentro desse contexto.

Bom estudo!

RESULTADOS PRETENDIDOS DA APRENDIZAGEM

- *Conceituar* força na visão da ciência grega;
- *Identificar* os aspectos da cosmologia grega e a visão de diversos filósofos;
- *Identificar* o conceito de força segundo Platão;
- *Descrever* as ideias intuitivas a respeito do conceito de força.

ATIVIDADE INVESTIGATIVA

2. Vamos tratar do conceito de força na ciência grega. Para isto, apresentamos o seguinte *material de apoio*.

- O artigo científico: **O conceito de força no pensamento grego**. Disponível em:
<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/5797/5318>

Com base neste recurso de estudo, responda:

- 1.1. Como a maioria dos conceitos em Física, a origem primeira do conceito de força vem da experiência cotidiana dos homens. No denominado estágio pré-ciência como surgiu a ideia de força?
- 1.2. Esses significados aparecem como sinônimo e constroem que tipo de alicerce para o conceito de força?
- 1.3. Quais observações são feitas por Zylbersztajn e outros (1983), sobre a presença desses conceitos? Exemplifique
- 1.4. Discorra sobre os principais aspectos da Cosmologia grega na visão de Tales, Anaximandro e Anaxímenes.
- 1.5. Quem na ciência grega, talvez foi o primeiro a enunciar com clareza um conceito próximo ao de força como hoje conhecemos? Mencione as ideias principais.
- 1.6. Nessa passagem rápida por vários pensadores gregos, não podemos deixar de lado Platão, do qual temos muito a dizer. Essa concepção de força no pensamento platônico não conseguia explicar determinados fenômenos. Cite alguns desses fenômenos, comentando.
- 1.7. Como era justificado a queda dos corpos para Platão?
- 1.8. Essas concepções foram adotadas por Aristóteles, fazendo com que ele dividisse os fenômenos em terrestres e celestes. Essas mesmas concepções levaram-no a reconhecer dois tipos de força. Mencione e conceitue.
- 1.9. Enuncie a lei de força desenvolvida por Aristóteles.
2. Vamos agora concentrar a atenção no estudo sobre o conceito de força relacionado as leis de Newton. Para compreender sobre esse tema, sugiro o acesso ao seguinte material:

- O artigo científico: **O conceito de força no movimento e as duas primeiras Leis de Newton**, Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/5796/5317>.

Após a leitura, responda:

- 2.1. As possíveis ideias intuitivas de força, observadas nas respostas dos alunos da pesquisa, mostram uma relação de força com um outro conceito importante. Qual este conceito e quais resultados da pesquisa mostram que essas ideias podem influenciar no aprendizado da primeira lei de Newton?
- 2.2. Na visão dos autores, qual o ponto principal e o que é necessário fornecer aos alunos para

que a aprendizagem se torne significativa?

AVALIAÇÃO

Para este roteiro será atribuído **dez pontos (10,00)**. A entrega deve ser feita por escrito ou por e-mail (davila.erlande@gmail.com) até as **18h dia 24/05/2017**. No assunto do e-mail escreva **ROTEIRO DE INVESTIGAÇÃO – 02** e no corpo do e-mail o seu nome. O roteiro deve ser feito de forma individual. No dia **25/05/17**, será dado um feedback das perguntas na sala de aula.

“VIS VIVA”

Roteiro de Investigação 03

Carga horária prevista: 04 encontros (50 minutos cada aula)

Prof. Erlande D Ávila do Nascimento

DESCRIÇÃO E INFORMAÇÕES GERAIS

Prezado (a) Aluno (a), neste roteiro vamos tratar sobre o conceito de energia. O conceito evolutivo, as concepções no cotidiano escolar e as concepções alternativas, ajudará a refletir e conhecer suas primeiras conotações científicas.

Bom estudo!

RESULTADOS PRETENDIDOS DA APRENDIZAGEM

- *Conceituar* energia pela ciência aristotélica;
- *Conhecer* o processo evolutivo do conceito de energia
- *Identificar* as várias concepções e conceitos de energia;
- *Identificar* as concepções do termo energia no cotidiano escolar;
- *Descrever* as concepções alternativas a respeito da energia.

ATIVIDADE INVESTIGATIVA

3. Vamos iniciar tratando sobre a Energia dos Tempos Antigos aos dias Atuais. Para isto, apresentamos o seguinte *material de apoio*.

- O livro digital: A Energia dos Tempos Antigos aos dias Atuais. Disponível em: http://www.usinaciencia.ufal.br/multimedia/livros-digitais-cadernos-tematicos/A_Energia_dos_Tempos_Antigos_aos_dias_Atuais.pdf.
- O texto de apoio: Introdução ao conceito de Energia. Disponível em: https://www.if.ufrgs.br/tapf/v17n3_Bucussi.pdf

Com base nestes recursos de estudo, responda:

1.3 O conceito de energia antes de Aristóteles, era tratado juntamente com qual outro conceito”?

- 1.4 No processo evolutivo do conceito de energia, apesar da existência de cálculos e da quantificação matemática, de forma eram feitas as descrições dos fenômenos da natureza?
- 1.5 Qual deus da mitologia grega, “o pai dos deuses e dos humanos”, simbolizava uma ordem racional, era o brilho e a luz para as coisas do mundo, que poderia na certa ser denominado, na concepção mítica daquela época, de Deus Energia.
- 1.6 Na filosofia antiga procurava-se por um elemento comum a toda a matéria. Quais substâncias a partir da qual se originavam todas as outras?
- 1.7 Quais os pensamentos de Anaxágoras no séc. VI a.C, que se contrapôs ao pensamento da época em relação ao conceito de energia?
- 1.8 Quais são as quatro questões fundamentais da metafísica aristotélica?
- 1.9 Qual a quinta substância criada por Aristóteles e quais seus princípios?
- 1.10 Nesse mesmo período da criação da quinta substância, surge a palavra energia. Qual seu significado, suas várias concepções e como se costumava conhecer esse seu conceito?
3. Vamos agora concentrar a atenção no estudo a introdução ao conceito de Energia. Para compreender sobre esse tema, sugiro o acesso ao seguinte material:

- O texto de apoio: Introdução ao conceito de Energia. Disponível em: https://www.if.ufrgs.br/tapf/v17n3_Bucussi.pdf

Com base neste texto de apoio, responda:

- 2.1. Qual o significado grego e latim do termo Energia, e como foi utilizado inicialmente esse termo para se referir a muito fenômenos?
- 2.2. Quais as concepções de Thomas Young sobre o termo energia?
- 2.3. No início do séc. XIX, o termo energia passou a ser usado com frequência cada vez maior, sobrepondo-se às concepções de “vis viva” e de “calórico”. Mas apenas em 1850 que se estruturou um princípio que vislumbrava diversos tipos de fenômenos físicos e químicos. Qual o nome desse princípio?
- 2.4 Quem influenciou a substituição do termo *vis viva* pelo termo “energia” a partir de 1807?
- 2.5 A partir da página 17, passa-se a avaliar algumas questões relativas à transposição didática deste saber científico para a educação escolar. Relacione algumas acepções que existem no dicionário Aurélio eletrônico.
- 2.6. Mencione e comente as cinco concepções alternativas dos alunos a respeito da energia.

2.7 Hierrezuelo e Molina (1990, p.23) sugerem qual definição como uma primeira aproximação ao conceito de energia?

2.8. Qual definição descritiva para o conceito de energia foi sugerida por Michinel e D'Alessandro (1994, p.370).

AVALIAÇÃO

Não será atribuída nota a este roteiro investigativo. Será dado feedback na própria aula.

O Status da Energia

Roteiro de Investigação 04

Carga horária prevista: 04 encontros (50 minutos cada aula)

Prof. Erlande D Ávila do Nascimento

DESCRIÇÃO E INFORMAÇÕES GERAIS

Prezado (a) Aluno (a), neste roteiro vamos tratar sobre o conceito de energia. O conceito evolutivo, as concepções no cotidiano escolar e as concepções alternativas, ajudará a refletir e conhecer suas primeiras conotações científicas.

Bom estudo!

RESULTADOS PRETENDIDOS DA APRENDIZAGEM

- *Conceituar* energia pela ciência aristotélica;
- *Conhecer* o processo evolutivo do conceito de energia
- *Identificar* as várias concepções e conceitos de energia;
- *Identificar* as concepções do termo energia no cotidiano escolar;
- *Descrever* as concepções alternativas a respeito da energia.

ATIVIDADE INVESTIGATIVA

Vamos iniciar tratando sobre o artigo: Energia em diferentes contextos. Para isto, apresentamos o seguinte *material de apoio*.

- O artigo científico: Energia em diferentes contextos: uma proposta atual para sua definição. Disponível em: <http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viienpec/pdfs/1445.pdf>

Com base neste recurso de estudo, responda:

- 1.11 O artigo apresenta uma reportagem intitulada “Dia de recuperar a energia do time”. No texto, é incorporada duas palavras no contexto científico, quais são elas?
- 1.12 Qual a relevância dessas duas palavras em relação a aproximação do tema energia?
- 1.13 Qual a relação dessas duas palavras com outros temas da física?

- 1.14 Para os autores, qual a concepção aristotélica do vocábulo energia?
4. Vamos agora concentrar a atenção sobre a evolução histórica dos conceitos de Energia. Para compreender sobre esse tema, sugiro o acesso ao seguinte material:
- O artigo científico: A evolução histórica dos conceitos de energia e quantidade de movimento. Disponível em: <http://dfis.uefs.br/caderno/vol9n12/PatrickPonczek.pdf>

Com base neste artigo científico, responda:

2.1 A *Vis Viva* (mv^2) nomeada por Leibniz ou Quantidade de Movimento (mv), por René Descartes possuíam uma força que passaram a disputar qual status entre os cartesianos e leibnizianos?

AVALIAÇÃO

Não será atribuída nota a este roteiro investigativo. Será dado feedback na própria aula.

O conceito de “campo”

Roteiro de Investigação 05

Carga horária prevista: 04 encontros (50 minutos cada aula)

Prof. Erlande D Ávila do Nascimento

DESCRIÇÃO E INFORMAÇÕES GERAIS

Prezado (a) Aluno (a), neste roteiro vamos tratar sobre o conceito de campo. Os seus aspectos históricos-conceituais, uma visão relacionada a interação entre os corpos, uma função matemática e o que entendemos hoje sobre este conceito, resultado da fusão entre as duas concepções.

Bom estudo!

RESULTADOS PRETENDIDOS DA APRENDIZAGEM

- *Conhecer* os aspectos histórico-culturais sobre o conceito de campo;
- *Identificar* os princípios de interação entre os corpos;
- *Identificar* as formas de representação matemática para o conceito de campo;
- *Descrever* o conceito atual que entendemos de campo.

ATIVIDADE INVESTIGATIVA

1. Vamos começar tratando sobre o conceito de campo numa abordagem-histórica. Para isto, apresentamos o seguinte *material de apoio*.

- O artigo científico: O conceito de “campo” em sala de aula - uma abordagem histórico-conceitual. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v31n1/v31n1a13.pdf>

Com base neste artigo científico, responda:

1.1. O autor considera o conceito de campo um dos mais fundamentais da física. No entanto, quando se apresenta este conceito qual aspecto mais é abordado?

1.2. Como chama-se a mediação da interação a distância entre corpos?

- 1.3. A partir de que ponto ocorre a gênese da discussão do conceito de campo?
 - 1.4. Quais as ideias de William Gilbert (1544-1603) sobre os efeitos produzidos pela magnetita?
 - 1.5. Quais as ideias de Lucrécio que lembra o conceito de campo quântico (quantizado)?
 - 1.6. A partir das ideias propostas por Gilbert, qual a formulação do conceito de campo?
 - 1.7. Explique a teoria de Lucrécio chamada de *ef-fluvium*.
5. Vamos agora concentrar a atenção a ideia de campo, verificando o caso clássico e em seguida analisando o caso quântico:
- 2.1. Faça um comentário sobre o campo numa visão clássica, discutindo suas principais características.
 - 2.2. Na visão quântica, como é apresentado o elétron e o que diferencia do caso clássico?
 - 2.3. Quais as características da representação de um campo clássico?
 - 2.4. O período que abrange aproximadamente a segunda metade do século XVI e todo o século XVII foi de profundas transformações nas ciências. Qual a ideia que estava estabelecida em relação a atração dos corpos e que critério passaria a ser analisado.
 - 2.5. Quais as principais características do campo de Faraday, que descrevia as interações eletromagnéticas?
 - 2.6. Na extensão do conceito de campo em relação a função matemática, qual a visão de Einstein em relação a noção de campo?
 - 2.7. A ideia de um meio que preencheria o espaço remonta à Grécia antiga. Faça uma síntese da visão de Aristóteles (384-322 a.C.), e das modificações com os trabalhos de Descartes, Huygens, Newton e outros.
 - 2.8. O conceito de campo após a validade das equações Maxwell, sem a necessidade do meio etéreo, trouxe várias relações entre diversas grandezas físicas. Comente.
 - 2.9. O conceito de campo em sala de aula levanta diversas questões sobre o uso dessa palavra no cotidiano. Quais as duas abordagens do conceito de campo, que tornam melhor a formação do aluno?

AValiação

Para este roteiro será atribuído **vinte pontos (20,00)**. A entrega deve ser feita por escrito ou por e-mail (davila.erlande@gmail.com) 24 h antes da próxima aula. No assunto do e-mail escreva **ROTEIRO DE INVESTIGAÇÃO – 05** e no corpo do e-mail o seu nome. O roteiro deve ser feito de forma individual. Será dado um feedback das perguntas na sala de aula.

APÊNDICE D – Termo de consentimento



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre
 Câmpus Rio Branco

TERMO DE CONSENTIMENTO

Estamos ciente que participamos de uma pesquisa para o trabalho de conclusão do curso de Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico – MPET do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM do mestrando Erlande D Ávila do Nascimento, cujo objetivo é investigar uma proposta didática velada para a área de Física.

Enfatizamos que a pesquisa tem como finalidade, testar um produto metodológico educacional, e que todos que estão envolvidos nesse processo são livres para decidir a sua participação em tal pesquisa e que qualquer exposição pessoal através de fotografia, filmagem ou gravação dos participantes será apenas para fins de pesquisa científica, com a devida autorização.

Consentido está colaborando para que novas propostas de ensino sejam difundidas no processo de aprendizagem da disciplina de Física.

Desde já agradecemos,

Rio Branco-Ac., 15 de Maio de 2017

Assinatura Escola Participante
 Emerson Filipeady de Oliveira
 Diretor Geral do Câmpus Rio Branco
 Portaria nº 140 de 04/04/2016

APÊNDICE E – Sinopse – Os Três Conhecimentos

Autor: André Sales

A peça teatral contou a história de três estudantes que se conheceram desde o ensino fundamental, uma amizade construída de longa data, em que o processo de aprendizagem deles dos conceitos de força, campo e energia é contado.

A amizade começa no ensino fundamental, entre Isaac e Raquel. Eles se tornam verdadeiros amigos, mas ocorreu um imprevisto, Raquel viajou para outro Estado distante. Isaac ficou triste com sua partida.

Anos mais tarde, no começo do ensino médio, Raquel volta à cidade de origem, e quando ele a reencontra conversam sobre vários assuntos dentre eles, as lembranças das aulas de ciências. Numa conversa, no terceiro ano do Ensino Médio, Raquel conhece William e se tornam amigos.

Numa aula de campo, o professor estava explicando como a física estava em todo o lugar, Isaac fica interessado sobre o assunto, e assim conversam sobre qual faculdade cada um queria cursar. Todos são unânimes na escolha: Física.

Na Faculdade Isaac é um excelente aluno, e num determinado dia encontra-se com William e Raquel. Na sala de aula, William dá um show de aprendizado sobre vários conceitos da física e deixa Isaac sem saber o que fazer, enquanto Raquel se admira com a inteligência de William.

Decidido a tornar-se um excelente aluno, Isaac decide estudar sobre as grandes teorias físicas e ser bastante inteligente o quanto William. Então começa a estudar muito, dias e noites, até que em uma madrugada Isaac dorme e tem um sonho.

Neste sonho, ele se encontra primeiramente com Tales de Mileto, os dois começam uma conversa e Tales explica na sua teoria dizendo que tudo que existe vem da Água, então aparece Poseidon mostrando sua força, mas em contramão aparece Anaximandro dizendo que tudo veio de um protoplasma, em seguida chega Anaxímenes e diz que tudo vem do ar, e já aparece Zeus e outros deuses se encarando junto com os filósofos, aparece Pitágoras explicando sua teoria, então chega Empédocles que diz que tudo vem da terra, água, fogo, ar e o “amor” e o “ódio”.

Na noite seguinte, Isaac tem outro sonho. Desta vez, aparece Platão e Aristóteles. Isaac pergunta algumas coisas a ele a respeito da física e Platão responde, a partir daí Isaac percebe a importância de desenvolver os conceitos abordando o contexto histórico e o perfil conceitual, pois

tornará mais fácil a sua compreensão. No sonho aparecem ainda, Isaac Newton e Albert Einstein.

Reunidos antes da apresentação do trabalho, sobre conceitos de força, energia e campo, proposto pelo professor, Willian e Raquel desejam sucesso a Isaac, para ter a capacidade de apresentar os conceitos de forma clara e objetiva para a turma.

No dia de apresentação os três apresentam os conceitos de força, energia e campo. Isaac, apresenta sobre força, Willian sobre energia e Raquel sobre Campo. Ao final, todos recebem os aplausos da turma e os parabéns do professor pelo desempenho e capacidade de discorrer sobre esses conceitos importantes que são um marco no desenvolvimento da física.

APÊNDICE F – Roteiro da peça teatral científica “Os Três Conhecimentos”

OS TRÊS CONHECIMENTOS

PERSONAGENS

ISAAC é atencioso, educado, inteligente e aplicado em faz todas as atividades.

RAQUEL é consciente e caprichosa, sempre corre atrás de aprender mais.

WILLIAN é cuidadoso, interessado e busca sempre cumprir suas atividades.

PROFESSORA E é dedicada, tem domínio do conteúdo e cria oportunidades para o aluno aprender.

PROFESSORA S é sempre atualizada em relação às mais recentes pesquisas, procura sempre ensinar da melhor forma.

ALUNO I é ausente, descuidado e quando aparece na escola é um tagarela.

ALUNO II é esquecido, aéreo, não é zeloso e sempre pede livros emprestados.

ALUNO III é briguento e atrapalha constantemente a aula.

ALUNO IV é, no início, motivado, mas depois acaba tudo que fez e muda de direção.

DIRETORA I é organizada e conquista a confiança dos professores.

DIRETORA II tem ótima conduta, é um bom líder, tem compromisso e constrói um trabalho de excelência na escola.

Ficha Técnica

Diretores:

Carmen Gabrielly
Sayonara Andrade

Roteiristas:

André Sales
Gianluca Lima

Elenco

André A. Peixoto
Elane Lima
João Vitor
Millena Nascimento
Paulo Vitor
Sandrelly Liberalino
Taís Sodré
Vanessa Alves

Cenário

Aleksandry Vale
José Felipe Araújo
July Leite
Mateus Cunha
Nathan Albano
Talysson Rocha

Figurinos

Ana Caroline
Ana Clara
Anny Kelly
Íris Aguiar
Thais Marques

Operador de Câmeras

Leonardo Gabriel

Comunicação e Imprensa

Ana Paula Vieira
Francinei Lima
Genes Cruz
Rebeca do Vale

Editores de Vídeo

Alvin Azevedo
Gustavo Henrique
Joabe Nathan
Matheus Eduardo

Sonorização

Francinei Lima
Genes Cruz

Elaborado a partir dos textos:**FORÇA**

- “História do desenvolvimento do conceito de força: um estudo visando contribuições para o ensino de física no nível médio” (NASCIMENTO, 2011).
- “O conceito de força na Física: evolução histórica e perfil conceitual” (RADÉ, 2005);
- “O conceito de força no pensamento grego” (Cad. Cat. Ens. Fis. Florianópolis, 2(1): 16-24, abr. 1985) (CRUZ, 1985).

ENERGIA

- “Uso da energia ao longo da história: evolução e perspectivas futuras” (FARIAS; SELLITTO, 2011).
- “A energia dos tempos antigos aos dias atuais” (ORNELLAS, 2006).

CAMPO

- “O conceito de ‘campo’ em sala de aula: uma abordagem histórico-conceitual” - Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 31, n. 1, 1604. (ROCHA, 2009)

Apresentação de um vídeo com o título da peça e dos créditos com fundo musical, na sequência a fala do narrador.

Narrador

Há muito tempo, em um mundo pouco descoberto, habitavam homens que buscavam por respostas ao desconhecido. Todos eles estavam atrás de explicações que esclareceriam e quebrariam de vez todos os seus questionamentos.

Naquela época, qualquer explicação científica, lógica ou matemática era algo a ser discutido em meio a tempos de grandes revoltas naturais. Tempestades, mudanças climáticas e atividades vulcânicas, só aumentavam os mistérios deste mundo.

Em meio a noites escuras, em que apenas estrelas geravam luz nos céus, povos politeístas que habitavam o oriente atribuíam todos esses fenômenos às suas crenças mitológicas.

Em meados do séc. IV a.C., Sócrates e outros filósofos gregos procuravam desvendar os segredos e encontrar explicações racionais para essas causas naturais através de registros passados e de outros estudiosos.

Passaram-se os anos e surgiram novos filósofos com novas ideias sobre os fenômenos naturais.

Em 385 a.C., surge Aristóteles, filósofo grego, aluno de Platão e professor em Alexandria. Aristóteles imaginava que as leis que regiam os movimentos celestes eram muito diferentes daquelas que regiam os movimentos na superfície da Terra, ele observava o movimento vertical como natural, enquanto que o horizontal exigia uma força de sustentação.

A Física é a ciência que estuda os fenômenos naturais como, o movimento dos planetas, a troca de calor entre dois corpos e o surgimento do arco-íris.

É difícil afirmar quando a Física surgiu como ciência, mas a explicação mais aceita é: quando o homem começa a buscar respostas para as origens do Universo através de métodos racionais baseados em provas, da natureza e do seu funcionamento, a física tem seu surgimento.

Imagem de uma pessoa pesquisando

Mas é com Aristóteles que as ciências naturais, dentre elas a física, começam a evoluir: teorias sobre movimento e queda dos corpos, que deram origem a palavra gravidade, e conceitos de força e energia. Para ele, os corpos caem para chegar ao seu lugar natural, e, portanto, quanto mais pesado um corpo, mais rápido ele chega ao chão.

Vídeo mostrando uma pessoa fazendo musculação, um CD player tocando uma música e um campo de futebol representando, respectivamente, força, energia e campo.

CENA I

Onde tudo começa: na escola.

Cena na sala de aula. O professor, depois de fazer a chamada e iniciar com uma pequena introdução ao conteúdo que seria estudado durante o ano, é surpreendido pela chegada da diretora na porta da sala de aula pedindo licença para entrar. Ela anuncia a nova aluna da escola: Raquel.

Diretora I: Bom dia, 9.º ano. Com licença, professora. Quero apresentar uma nova aluna. O nome dela é Raquel. Ela veio do interior para estudar com vocês neste ano. Boa aula a todos.
O diretor sai de cena e o professor pede para Raquel sentar.

Professora E: Seja bem-vinda, Raquel. Sente-se, pois já iniciamos a aula.

Raquel: Obrigada, professora. Bom dia a todos.

Sem conhecer ninguém, ela senta do lado de Isaac.

Isaac: Olá. Tudo bem com você? Seja muito bem-vinda.

Raquel: Muito obrigada. Você parece ser um garoto legal.

Raquel e Isaac organizam seus materiais sobre a carteira. Em seguida, é exibido um vídeo, com um fundo musical, sobre um histórico de experiências deles na escola. Encerrada a exibição do vídeo, abrem-se as cortinas.

Narrador

Ao se encerrar mais um dia de aula prontos para irem para casa, Isaac e Raquel iniciam uma conversa.

Isaac: Raquel, está tudo bem?

Raquel mantém-se em silêncio.

Isaac: O que está acontecendo com você? Desde ontem você não fala com ninguém. O que houve?
Raquel permanece calada por alguns instantes e volta a falar.

Raquel: Meus pais conseguiram uma nova oportunidade de emprego em outra cidade. Vou ter de

sair da escola.

Isaac fala entristecido.

Isaac: Não acredito nisso, Raquel. Agora que estávamos estudando juntos várias matérias legais?

Raquel: Desculpa, Isaac. Estava tentando me acostumar a viver sem a presença de vocês ao meu lado.

Isaac: Raquel, posso te dizer uma coisa?

Raquel: Sim, pode.

Isaac: Mesmo ouvindo esta notícia, contem comigo sempre, onde estiverem.

Raquel: Obrigada.

Isaac: Você ainda vai voltar?

Imediatamente o celular de Raquel toca e, enquanto ela abre o bolso da mochila para pegá-lo, continua a falar com Isaac.

Raquel: Ainda não sei. Meu pai está me ligando; acho que ele chegou na escola. Tenho que ir.

Raquel fala com seu pai ao telefone.

Raquel: Oi, pai. Eu já estou indo.

Raquel desliga o telefone e fala com Isaac.

Raquel: Podemos conversar depois, Isaac?

Isaac: Sim, claro.

Raquel: Tchau então!

Isaac: Tchau!

Eles se abraçam e Raquel sai ao encontro de seu pai.

CENA II

Lembranças das aulas de ciências

Narrador

Na última semana de aula do ano, Raquel e Isaac conversam sobre a viagem de Raquel.

Isaac: Você vai mesmo embora, Raquel?

Raquel: Não tenho escolha. Querendo ou não, é o melhor para meus pais, e isso também me inclui.

Isaac: Vou sentir sua falta.

Raquel: Nem me fale.

Isaac: Vamos nos ver ainda, Raquel?

Raquel: Claro. Quem mais poderia ser meu nerd?

Isaac: Bom saber, Raquel. Mas, para você não se esquecer dos momentos bons aqui na escola, leve esse livro de Ciências com você; é um presente.

Raquel pega o livro com um sorriso triste no rosto.

Raquel: Mas, Isaac, como vai se lembrar de mim?

Isaac: Não fica assim, eu tenho todas as nossas fotos no meu computador.

Raquel: Você ainda tem aqueles vídeos sobre os trabalhos de ciências?

Isaac: Claro que sim. Foi muito legal aquele trabalho sobre as leis de Newton e energia. Se você quiser, te envio pelo *e-mail* depois.

Raquel: Quero. Estou indo agora; tchau.

Isaac: Tchau, Raquel.

Isaac abre um sorriso, e saem de cena. Raquel viaja. Ouve-se o som de um avião decolando, que simboliza Raquel viajando e enquanto os atores saem de cena.

CENA III

O retorno

Narrador

Após dois anos, Raquel retorna a sua antiga cidade para concluir o ensino médio, pois o emprego de seus pais era temporário. Agora, ela está no terceiro ano e deseja reencontrar seu antigo amigo. Voltando à escola no seu primeiro dia de aula, Raquel é levada pela diretora a sala em que vai estudar. A diretora pede licença ao professor e apresenta a nova aluna a classe.

Diretora II: Com licença, professora. Quero apresentar a nova aluna da turma.

A professora pede silêncio à turma.

Professora E: Façam silêncio, pessoal.

Diretora II: Obrigado, professor. Bom dia, turma.

A turma dá um bom-dia à diretora da escola.

Diretora II: Quero lhes apresentar a nossa nova aluna; o nome dela é Raquel. Ela vai finalizar o ensino médio aqui na escola. Desejo boas-vindas a você, Raquel, e espero que todos tenham sucesso aqui na escola.

A diretora sai de cena enquanto o professor convida Raquel para entrar, sentar e assistir à aula.

Professora E: Entre, Raquel. Sente-se e fique à vontade.

Raquel abre um largo sorriso no rosto e senta ao lado de Isaac.

Isaac: Nem acredito que você voltou.

Isaac fala sorrindo.

Raquel: Eu disse que voltaria.

Isaac: É bom ver você novamente.

Narrador

E por dias, os dois estiveram a caminhar juntos pelos corredores da escola. Raquel e Isaac aproveitavam os intervalos de aula para ler e fazer pesquisas. Em certo dia, Raquel faz amizade com outro colega de sala; seu nome é Willian. Ele lhe oferece ajuda em algumas matérias, principalmente as exatas.

Ao terminar mais um intervalo, enquanto todos os alunos estão retornando para a sala. Isaac observa William conversando com Raquel.

Willian: Raquel, percebi que você está com dificuldade em Física.

Raquel: Bastante.

Willian: Posso te ajudar nos trabalhos e estudarmos juntos para as avaliações bimestrais?

Raquel: Pode, William.

Raquel sorri e cumprimenta Willian. Isaac passa na hora e fica observando.

CENA IV

A ideia

Narrador

Num dia, em meio à aula de física, a professora propõe à turma uma atividade sobre conceitos gerais de física. Dentre os vários conceitos, o professor abordará alguns que são conhecimentos prévios importantes para o estudo do Eletromagnetismo.

Professora E: Pessoal, em razão dos conteúdos a serem estudados neste semestre, que envolvem conceitos de Eletromagnetismo, no conteúdo de eletrostática, tenho uma proposta para nossas próximas aulas.

Isaac levanta a mão e fala.

Isaac: Como seria isso, professora?

Professora E: Bem, já explicarei. Para iniciar, vamos discutir um pouco sobre alguns conceitos que vocês estudaram no primeiro ano do ensino médio.

A sala continua em silêncio.

Professora E: Por exemplo: Se uma bola está parada no chão e alguém a chuta, ela é atirada para longe. O que causou esse movimento?

Willian levanta a mão.

Willian: Professora! Foi o chute que a pessoa deu na bola.

Isaac também levanta a mão.

Isaac: Professora, o que causou o movimento da bola foi uma força, mas não sei o nome dela.

Professora E: Antigamente, não se tinha o conceito científico de “força”. Aristóteles acreditava que um corpo só permanecia em movimento se atuasse sobre ele alguma força. Se a força parasse, o corpo também parava, mas esta ideia só foi aceita até ao Renascimento. Após 500 anos, nasce Galileu Galilei, que iria contra estas duas ideias. Com os seus estudos, chegamos aos conceitos

atuais de movimento, que foram estudados por Isaac Newton, em sua obra *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*, iniciando o estudo da Dinâmica atual.

Raquel observa a turma admirada com as ideias e conceitos ministrados pela professora e pergunta.

Raquel: Professora, então, se um objeto cai de certa altura, podemos dizer que a causa de sua queda foi uma força?

Professora E: Sim, Raquel. Neste momento, existem forças agindo sobre você sentada nesta cadeira. Observe que mesmo essas forças existindo, você continua parada. Isso acontece porque elas se cancelam, entendeu? Podemos dizer então que você está em equilíbrio.

O aluno I fala.

Aluno I: Professora, vamos fazer um trabalho sobre esses conceitos? Parece difícil.

Professor E: Muito bem! Chegamos ao ponto. Quero propor um acampamento no final de semana, para observarmos e compreendermos alguns fenômenos naturais que ocorrem no cotidiano e realizar experiências que facilitem a compreensão de vocês desses fenômenos que existem na natureza.

A sala concorda, e iniciam-se várias discussões sobre o acampamento. Na saída Isaac acompanha Raquel e saem de cena. E logo inicia os preparativos para o acampamento.

CENA V

O acampamento

Narrador

Chegou o dia e todos os alunos estavam animados em direção ao acampamento. A professora pergunta se estão todos prontos, e eles dizem que sim! Ao cair da tarde, a turma chega ao acampamento. À noite, todos estão ao redor da fogueira, e a professora faz alguns questionamentos.

Professora E: Pessoal, vou começar fazendo o mesmo questionamento que fiz antes em sala de aula. O que causa o movimento da bola quando alguém a chuta?

O aluno I levanta a mão e diz.

Aluno I: Quando eu chuto uma bola, eu estou usando uma força?

Professora E: Sim, mas o que vocês entendem por força?

Aluno II: Professora, eu malho toda a semana, e uso muita força, veja!

O Aluno II mostra o músculo forte do braço e todos sorriem.

Professora E: Vocês agora estão parados aqui, sentados próximo da fogueira. Quais forças estão agindo em vocês?

Todos sorriem e conversam entre si.

Aluno I: A gravidade, a força do vento, certo?

Todos sorriem.

Professora E: Então me digam algum conceito de força.

Aluno I: Professora, força é a massa de um objeto vezes o deslocamento. Acho que tem a ver com o sentido. Professora, eu não estudei bem esses conceitos.

Professora E: Pessoal, força é uma noção muito básica e, às vezes, as pessoas não têm ideia do que seja. Força é qualquer ação que produza mudança no estado de movimento ou repouso de um objeto, e podemos perceber essa ação por meio da mudança da velocidade do objeto e de sua massa.

Aluno III: Professora, poderia falar um exemplo que fique claro?

Professora E: Observem esta árvore. Neste momento, há uma força atuando nela puxando sua massa para o centro da Terra, e uma força de reação do solo, que o chão faz na árvore no sentido contrário, equilibrando a árvore. Isso acontece, pois, essas duas forças têm o mesmo valor, módulo ou intensidade.

Aluno III: Professora, é por causa desse equilíbrio de forças que a árvore está parada?

Professora E: Isso mesmo! Pessoal, outro conceito muito importante é o conceito de energia. Na Física, não é um conceito diretamente explicado; não é fácil. Não é apresentada uma ideia precisa; é bem abstrato e muitas vezes associado a uma expressão matemática. Podemos dizer que energia é uma propriedade que expressa as alterações ocorridas nos sistemas, em que essas alterações são produzidas quando o sistema interage com sua vizinhança. E isso ocorre através de uma transformação e depois uma transferência.

Aluno I: Mas, professora, a energia e a força não são a mesma coisa? Dê um exemplo.

Professora E: Aqui perto! Vejam, a água de uma cachoeira tem energia potencial que se transforma em cinética durante a queda. A energia elétrica de um *CD player* se converte em energia sonora quando toca uma música.

Ouve-se o som de uma música ao fundo.

Isaac: Então, professora, o conceito de energia tem a ver com transformação ou transferência de energia de um sistema para o outro?

Professora E: Isso mesmo, Isaac.

Raquel: Professora, a senhora poderia explicar sobre o conceito campo?

Professora E: Muito bem! Essa palavra campo é comum no dia a dia. Quando assistimos a uma partida de futebol, atribuímos a ideia de campo ao espaço onde o jogo acontece, mas no contexto da Física sofre uma modificação quando ao seu significado. O conceito de campo tem relação com a ideia de intensidade e, além disso, também, está associado a uma função matemática que nos dá o valor intensidade do campo, de como se comporta numa dada região de espaço e qual seu alcance de influência.

Raquel: Sério, professora?! Complexo esse conceito, mas, com essas comparações, entendi melhor.

Neste momento, o professor convida os alunos para algumas demonstrações práticas sobre queda livre, transformação de energia e demonstração das linhas do campo magnético. Durante cada demonstração, a professora aborda a história, conceitos, princípios, e em seguida, faz uma pergunta a turma.

Professora E: Muito bem pessoal, já pensaram qual curso desejam fazer na Universidade?

Aluno I: Professor eu acho quero fazer Direito.

Aluno II: Eu também, talvez faça Medicina.

Aluno III: Acho que vou fazer Engenharia.

Aluno IV: Não sei o que eu quero, qualquer coisa serve.

Professora E: E vocês, Isaac, Raquel e William, o que pensam em cursar?

Isaac: Professora, gostaria de fazer o curso de Física; acho muito legal.

Raquel: Acho que também quero fazer física professor.

Willian: A física é sensacional. Compreender os fenômenos da natureza é legal. Quero fazer também.

Professora E: Ótimo, gostei de vocês terem escolhido ao curso de física. Que tal agora ouvirmos uma boa música?

Todos ouvem uma música.

Narrador

Passadas algumas horas de muita música e bate-papo, todos já estavam cansados, pois se aproximava da meia-noite.

Professora E: Vamos lá galera. Já está tarde, hora de dormir. Boa noite a todos.

Fecham-se as cortinas.

CENA VI

O primeiro ano na universidade

Narrador

No ano seguinte, vários alunos conseguem aprovação e entram na universidade. Isaac, Raquel e Willian escolhem o curso de física, e, já na primeira aula, ocorreu o encontro novamente, como havia acontecido no ensino médio.

Abrem-se as cortinas: Isaac, Willian e Raquel entram no cenário conversando a respeito do que fizeram recentemente e da felicidade de estarem juntos novamente.

Narrador

Na primeira aula da disciplina de Física I, a professora apresenta o programa da disciplina, as unidades que seriam estudadas, a metodologia e a forma de avaliação. Todos atentos ouvem a professora na apresentação da disciplina, e nas boas-vindas à universidade.

Professora S: Bem-vindos ao curso de Física. O que vocês aprenderam nos anos anteriores poderá ser importante para que todos tenham sucesso nesta disciplina que será ministrada. Sigam-me neste vasto mundo que poucos conhecem. Quero lembrá-los que não é fácil ser aprovado nesta disciplina. É preciso determinação, muito estudo e foco em todas as atividades que estão programadas. Grandes mentes já saíram daqui. Sucesso e a todos e bons estudos.

Apagam-se as luzes.

Narrador

Após várias unidades ministradas, chega o momento de estudar a unidade dinâmica da partícula, trabalho, energia e conservação da energia. Essas unidades trazem conceitos e conhecimentos prévios que serão importantes em outras disciplinas do curso, como o Eletromagnetismo.

Professora S: Pessoal, está chegando ao final do semestre e é necessário vocês terem uma boa nota para passar de período. Quero ver se alguém aqui prestou atenção nas minhas aulas, pois tenho um trabalho. Vocês serão professores por um dia. No dia eu serei aluno, e vocês darão aula sobre os conceitos que estamos estudando. Nós teremos vários temas da física que serem apresentados. Faremos o sorteio dos temas, vocês se dividirão em equipes de três pessoas e abordarão toda evolução histórica e o perfil conceitual dentro dos marcos do desenvolvimento da física. Ficou claro?

A turma entra em conversa questionando, mas a professora retruca.

Professora S: Vou encaminhar para o *e-mail* do representante da equipe alguns materiais que irão auxiliar na pesquisa. Vamos fazer o sorteio dos temas.

Narrador

A professora começa a fazer o sorteio dos temas. A equipe formada por Isaac, William e Raquel apresentará sobre os temas força, energia e campo. Um pouco apreensivos com os temas, saem para o intervalo e, no restaurante, Isaac conversa com Raquel.

Isaac: Tudo bem? O que achou dos temas?

Raquel: Vamos ter de estudar muito.

Isaac: Também acho.

William chega e fala.

William: E aí, Isaac! Beleza?

Isaac: Tranquilo.

William: Achei os temas bem amplos e complexos.

Isaac: O importante é que, além da questão matemática, abordam a questão histórica, e isso é muito importante, pois nos leva a conhecer desde o princípio como se formou cada conceito.

William: Gente, o intervalo acabou; a professora está iniciando a aula.

Isaac: Sim, estamos indo.

CENA VII

O Plano de estudo

Narrador

Após todos voltarem, a professora exibe um vídeo sobre as contribuições dos filósofos e cientistas para a construção de vários conceitos dentro da história da ciência, iniciando um debate na sala.

Professora S: O que acharam do vídeo? Interessante? Quero ouvir a opinião de vocês!

Aluno I: Legal, professora. Ele pode nos ajudar a fazer o trabalho.

Professora S: Willian, fale-me um pouco sobre um dos temas da sua equipe.

Willian: Professora, falaremos sobre força, energia e campo. Comecei a pesquisar sobre o conceito de energia. No dia a dia, é um termo muito utilizado; na física, não é diretamente explicado. É um conceito muito abstrato, precisa ser exemplificado e, às vezes, temos de utilizar uma equação matemática.

Professora S: William, não se esqueça de abordar no trabalho toda a evolução histórica e o perfil conceitual que envolve esse conceito.

Willian: Pode deixar, professora.

Raquel fala admirada.

Raquel: Willian, eu não sabia que você era tão inteligente assim!

Willian: Estudar muito é um dos meus robos.

Risos.

Raquel: Impressionante. Que legal.

Professora S: Façam toda essa abordagem e coloquem no trabalho de vocês, OK? Até a próxima aula.

Encerrada a aula, os alunos saem de sala.

Narrador

Então, Isaac pensa em como fazer a diferença, e começa, dessa forma, a sua jornada dentro da história da ciência, pegando vários livros, artigos científicos, pesquisando em sites e estudando

todos os dias e noites.

Fecham-se as cortinas

CENA VIII

Os estudos na biblioteca da Universidade

Narrador

Começam os estudos, todos estão empenhados na elaboração do trabalho. Num certo dia, Willian e Raquel combinam de estudar na biblioteca e a conversa resulta em descobertas importantes sobre os temas.

Willian chega com alguns livros de física, artigos científicos e encontra Raquel na biblioteca sentada com seu notebook lendo um livro e a convida para ver um artigo interessante sobre “A energia dos tempos antigos aos dias atuais”.

Willian: Raquel, veja esse artigo que baixei da Internet.

Raquel: Legal, Willian.

Willian: No artigo, o autor mostra que o conceito de energia, mesmo existindo os cálculos matemáticos nas civilizações do mundo antigo, era associado aos poderes dos deuses ou dos seres mitológicos.

Eles ficam juntos numa mesa, lendo e marcando as partes principais que seriam colocadas na apresentação. Isaac está do outro lado da estante de livros estudando o conceito de força.

Willian: Raquel, você pesquisou sobre o conceito físico de campo?

Raquel: Sobre o conceito físico de campo?

Willian: Sim, você vai apresentar sobre esse conceito, certo?

Raquel: Estou pesquisando. Encontrei um artigo bem interessante chamado “o conceito de campo em sala de aula: Uma abordagem histórica conceitual”. Verifiquei que a noção de campo tem a ver com a interação entre os corpos a uma certa distância um do outro e que poderia ser considerado

como uma alternativa à ideia de ação a distância. Vou abordar nesse sentido.

Willian: Certo, creio que esse seja o caminho, mas busque em outras fontes; esse é um assunto que precisa ser bem compreendido.

Raquel: Pode deixar.

Fecham-se as cortinas.

CENA IX

Véspera da apresentação

Narrador

Isaac chega à casa, e, no seu ambiente de estudo, permanece sentado até tarde lendo seus livros. Já passava da meia-noite quando ele teve uma experiência muito diferente.

Isaac: [fala bocejando]. Que sono! Acho que vou estudar só mais um pouco.

Narrador

Ele nem percebe e acaba dormindo sobre os livros. De tanto estudar, o seu cérebro entra em colapso. Em sonho, começa a viajar na história da física. No dia seguinte, Isaac encontra na biblioteca Raquel e William, e fala sobre o sonho que teve na noite anterior.

William e Raquel estão sentados estudando e Isaac chega.

Isaac: Gente, passei a noite estudando acabei dormindo sobre os livros. Tive um sonho muito interessante.

William: Conta o que aconteceu.

Isaac: No sonho, apareciam vários filósofos, como Tales de Mileto, Anaximandro, Platão, Aristóteles, até Arquimedes, os quais traziam suas contribuições no desenvolvimento do conceito atual de força.

Raquel: Sensacional, Isaac. Que experiência legal.

Isaac: Kepler surgia também com a conceituação científica de força. Por fim, aparece Galileu e,

depois, Newton com seu conceito newtoniano de força.

Willian: Interessante, Isaac. Fala um pouco mais.

Isaac: Não, vou colocar os pontos principais na apresentação, que será amanhã.

Narrador

Isaac, Raquel e Willian passaram todo o dia concluindo o trabalho e, de noite, despediram-se e desejaram sucesso um para o outro na apresentação.

Willian: Gente, o trabalho está pronto. Foram dias de estudos, dedicação e foco. Amanhã será a apresentação. Sucesso, e, com certeza, faremos uma bela apresentação.

Raquel: Tudo bem. Até amanhã.

Fecham-se as cortinas e começam os preparativos para a apresentação

CENA X

O dia da apresentação

Abrem-se as cortinas e a professora inicia a aula

Professora S: Boa tarde, pessoal. Espero que todos tenham estudado, realizado as pesquisas e elaborado as apresentações. Agora, vamos começar. A primeira equipe pode iniciar. Dúvidas e questionamentos apenas no final. Obrigada.

Isaac: Willian, sucesso na apresentação.

Willian: Obrigado, Isaac! Para você também.

Raquel: Seremos os últimos, correto?

Willian: Sim, pelo sorteio foi essa ordem.

Narrador

Durante toda a tarde, cada um dos grupos falava sobre seus temas. Após a conclusão de cada equipe, havia o momento de dúvidas e questionamentos, o qual era mediado pela professora. As equipes chegavam à frente, apresentavam seus trabalhos, a professora observava-os, logo vinha outro grupo de alunos, assim até chegar a vez da apresentação de Isaac, Willian e Raquel sobre os conceitos de força, energia e campo.

Eles se levantam e começam a apresentação.

Cena XI

A apresentação

Inicia a apresentação

Isaac: Boa tarde a todos. Hoje teremos uma aula importante sobre conceitos da física.

Abordaremos três conceitos: força, energia e campo. Vamos começar então. Muito se fala nas Leis de Newton, no conceito de energia e no conceito de campo em física. Esses conceitos possuem um contexto histórico e um perfil conceitual, construídos por filósofos e cientistas no decorrer dos séculos. Vamos apresentar e discutir alguns exemplos. Começaremos pelo conceito de força.

Com livros e artigos científicos em mão, Isaac discorre o contexto histórico do conceito de força desde a Antiguidade até a mecânica newtoniana.

Isaac: O termo força tem um sentido bastante geral e variado. Nesse ponto, é natural que se tenha consolidado, ao longo dos séculos, como signo de diversas representações de realidades, relativamente ao senso comum dos indivíduos.

Willian: Então, Isaac, o termo força está associada a adjetivos cujos significados estão ligados, por exemplo, à ordem física e moral, tanto dos indivíduos como de animais?

Isaac: Sim, está ligado a termos como bom, útil, honesto, virtuoso etc. Vale lembrar, que a palavra “força” é um termo universal, e, portanto, suas interpretações extracientíficas nas diversas culturas têm basicamente o mesmo sentido. Visivelmente, “força”, “intensidade”, “esforço”, “potência”, e

“trabalho” eram sinônimos na linguagem do cotidiano. O conceito de força seria qualquer causa capaz de produzir ou acelerar movimentos, oferecer resistência aos deslocamentos ou determinar deformações dos corpos.

Willian: Isaac, poderia dar um exemplo da noção de força e contextualizá-lo desde a Antiguidade até Isaac Newton?

Isaac: Sim, Willian. Quando exercemos um esforço muscular para puxar ou empurrar um objeto, estamos comunicando-lhe uma força; uma locomotiva exerce força para arrastar os vagões; um jato-d’ água exerce força para acionar uma turbina; etc. Assim, todos nós temos, intuitivamente, a ideia do que seja força. E ainda, para que o efeito de uma força fique bem definido, será necessário especificar seu módulo, sua direção e seu sentido.

A noção de força para os primeiros filósofos, como Aristóteles, era de que ela era proporcional à velocidade do corpo. Essa noção é a raiz de muitos erros cometidos pelos estudantes. Para os gregos, a força é ainda alguma espécie de substância fluida, embora diferente de todas as outras coisas materiais. Para Platão, a noção de força está intimamente relacionada à sua doutrina metafísica do ser. Aristóteles adota o termo *dynamis* como um termo técnico para qualquer espécie de empurrão ou puxão. Arquimedes pouco contribui no desenvolvimento do conceito de força, mencionando ser puramente geométrico, implicando noções de distância e peso. Mas foi com Kepler que a conceituação científica de força tornou-se mais evidente.

Raquel: O conceito de força está começando a ficar claro, Isaac. Você poderia mencionar os quatro tipos de força ou quatro tipos de interações físicas?

Isaac: Raquel, são as forças (interações) gravitacionais, eletromagnéticas, fracas e fortes, que buscam explicar todos os efeitos dinâmicos observados na natureza.

Raquel: Entendi, Isaac.

Isaac: Outra ideia de força apresentada é a de força de atração da Terra sobre os corpos localizados próximos à sua superfície. Essa força é denominada peso do corpo, sendo definida como “a força com que a Terra atrai esse corpo”. São denominadas forças de ação a distância, como a força de atração da terra sobre um objeto, e as forças elétricas e magnéticas que não necessitam de contato entre os corpos.

Willian: É muito importante, Isaac, também falar sobre o que é energia; sem ela, nada existiria. Não haveria Sol, ventos, rios e nenhum tipo de vida. Ela está em toda parte, e suas modificações de forma são responsáveis por tudo que acontece no mundo.

Raquel: Willian, o termo energia está relacionado diretamente com algum conceito?

Willian: Pode designar várias coisas, pois, na física, não há uma definição exata. Uma delas, talvez a mais importante, está relacionada à determinada condição de trabalho, como o calor, o trabalho mecânico (movimento) e a luz.

Raquel: Então, qual é o conceito de energia?

Willian: De alguns bons livros de física, tirei alguns conceitos.

- 1) Energia é a capacidade de produzir movimento;
- 2) Energia é a capacidade de realizar trabalho;
- 3) A energia relaciona-se diretamente com o trabalho;
- 4) Energia é um conceito difícil de ser definido.

Raquel, todos os livros estão certos, talvez a definição que mais se aproxime do seu real conceito está ligada à realização de alguma coisa, como trabalho. Tudo que realiza trabalho, seja no movimento, aquecimento, na emissão de luz e passagem de corrente elétrica, faz-nos através de energia. Raquel, ocorre uma “transferência”, pois nenhuma energia é perdida, e sim transformada ou transferida a outro corpo.

Isaac: Willian, é verdade que a evolução do conceito de energia é tratada integrada à própria evolução do conceito de matéria?

Willian: Sim, a partir do século VI a.C. os primeiros filósofos identificaram esses fenômenos da natureza (da *physis*) de forma discursiva e justificada pelos poderes dos deuses e dos seres mitológicos. O deus Zeus era chamado de Deus Energia. Na filosofia antiga, a procura por um elemento comum a toda matéria desempenhou todo esse papel: ora a água, ora o fogo, ora a terra. Para Anaxágoras, deveria haver algum tipo de “força” ou “energia”. Nessa mesma época, surge a ideia do átomo como minúscula partícula, que mais tarde seria um estudo de suma importância para a composição da matéria e os conceitos embrionários de força e energia.

Raquel: Willian, como se pode medir a energia? Poderia mencionar um exemplo?

Willian: A energia é medida no Sistema Internacional de Unidades (SI) em joules (J), em que 1 joule equivale a 4,2 calorias ou à energia necessária para se levantar um objeto de um quilograma a 10 centímetros acima da superfície. É uma homenagem ao físico James Prescott Joule, que estudou o princípio da conservação da energia.

Raquel: Certo, Willian, agora vou falar um pouco sobre campo. O conceito de campo é uma das ideias fundamentais da física. Vamos considerar a noção de campo como algo responsável pela

mediação entre corpos a certa distância um do outro e que poderia ser considerado como uma alternativa à ideia de ação a distância.

Willian: Esse conceito é muito difícil. Poderia explicar melhor?

Raquel: O conceito de campo relaciona-se muito com a transmissão de força e os efeitos produzidos pelo âmbar atritado e a magnetita. De acordo com Willian Gilbert, o campo é uma propriedade física que se estende por uma região do espaço. Em relação ao elétron, numa linguagem figurada, teria uma “aura”, como algo sutil e tênue, mas real. No princípio, consideraram-se os campos unicamente no aspecto matemático-conceitual. Devido às descobertas realizadas por Faraday e por J. C. Maxwell, foi necessário atribuir uma maior realidade física ao campo. Deste modo, associou-se a cada ponto dele uma energia que, em alguns campos vetoriais, recebe o nome de potencial.

Narrador

E assim foi-se passando o tempo. Cada vez mais que ensinavam a sala, mais eles ficavam fascinados, porque era a primeira vez que os três conhecimentos eram abordados no contexto histórico e conceitual naquela classe. Isaac era o mais inspirado.

Todos aplaudem. A professora S parabeniza os alunos, fazendo o fechamento teórico dos conceitos, e os três encerram a apresentação. Fecham-se as cortinas. A plateia assiste a um vídeo sobre os anos seguintes da turma.

Narrador

Quem tirou a nota mais alta foi Isaac e o seu grupo. Isaac apresentou muito bem. Por isso, naquele ano foi o melhor da sala. William tinha achado sua vocação: ministrar aulas. Eles se formaram, e cada um seguiu sua profissão, mas nunca deixaram de ser amigos. Isaac, Willian e Raquel ganharam um prêmio por sua brilhante apresentação sobre os três conhecimentos. Isaac se casou com Raquel. Tiveram um filho, o qual foi nomeado Albert, e assim deram início à sua vida científica, colocando em prática os conceitos de força, energia e campo.

Abrem-se as cortinas e todos que participaram da peça entram em cena para os agradecimentos.

FIM