

**Série Guias Didáticos de Ciências**

**8**

**Práticas Pedagógicas em  
Ensino de Física**

**Tiago Destéffani  
Emmanuel Marcel Favre Nicolin**

**Editora Ifes  
2013**



INSTITUTO FEDERAL  
ESPÍRITO SANTO

**Instituto Federal do Espírito Santo**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**  
**Mestrado Profissional em Educação em Ciências e Matemática**

*Tiago Destéffani Admiral*  
*Emmanuel Marcel Favre-Nicolin*

# **Práticas Pedagógicas em Ensino de Física**

**Série Guia Didático de Ciências - Nº 08**

**Grupo de Pesquisa DIVIPOR**  
**Divulgação e Popularização da Ciência**

**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo**  
**Vitória, Espírito Santo**  
**2013**

## FICHA CATALOGRÁFICA

(Biblioteca Nilo Peçanha do Instituto Federal do Espírito Santo)

A238p Admiral, Tiago Destéffani.

Propostas pedagógicas em ensino de física / Tiago Destéffani  
Admiral, Emmanuel Marcel Favre-Nicolin. – Vitória: Instituto Federal de  
Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, 2013.  
ix, 54 p. : il. ; 15 cm. – (Série guias didáticos de ciências ; 8)

ISBN: 978-85-8263-026-6

1. Física – Estudo e ensino. 2. Física - Metodologia. 3. Didática  
(Ensino médio). I. Favre-Nicolin, Emmanuel Marcel. II. Instituto Federal  
do Espírito Santo. III. Título.

CDD: 530.07

Copyright © 2013 by Instituto Federal do Espírito Santo Depósito  
legal na Biblioteca Nacional conforme Decreto No. 1.825 de 20  
de dezembro de 1907. O conteúdo dos textos é de  
inteira responsabilidade dos respectivos autores.

Observação:  
Material Didático Público para livre reprodução.  
Material bibliográfico eletrônico e impresso.

### Realização



### Apoio





**Instituto Federal do Espírito Santo**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**  
**Mestrado Profissional em Educação em Ciências e Matemática**

*Tiago Destéffani Admiral*  
*Emmanuel Marcel Favre-Nicolin*

## **Práticas em Ensino de Física**

**Série Guia Didático de Ciências – Nº08**

**Grupo de Pesquisa DIVIPOR**  
**Divulgação e Popularização da Ciência**

**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito**  
**Santo Vitória, Espírito Santo**  
**2013**

## **Editora do Ifes**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito  
Santo Pró-Reitoria de Extensão e Produção  
Av. Rio Branco, no. 50, Santa Lúcia  
Vitória – Espírito Santo - CEP 29056-  
255 Tel. (27) 3227-5564  
E-mail: editoraifes@ifes.edu.br

## **Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática**

Av. Vitória, 1729 – Jucutuquara.

Prédio Administrativo, 3º. andar. Sala do Programa  
Educimat. Vitória – Espírito Santo – CEP 29040 780

## **Comissão Científica**

Dr. Antonio Donizetti Sgarbi, D.Ed. - IFES  
Dr. Carlos Roberto Pires Campos, D.L. - IFES  
Dra. Denise Leal de Castro, D.Sc. - IFRJ  
Dr. Eduardo Moscon, D.Ed. - UFES  
Dr. Rony Cláudio de Oliveira Freitas, D.Ed. – IFES  
Dra. Vilma Reis Terra, D.Sc. – IFES

## **Coordenação Editorial**

Sidnei Quezada Meireles Leite  
Maria Alice Veiga Ferreira de Souza

## **Revisão do Texto**

Tiago Destéffani Admiral

## **Capa e Editoração Eletrônica**

Katy Kênyo Ribeiro

## **Produção e Divulgação**

Programa Educimat, Ifes



**Instituto Federal do Espírito Santo**

**Denio Rebello Arantes**

Reitor

**Araceli Verónica Flores Nardy Ribeiro**

Pró-Reitora de Ensino

**Márcio Almeida Có**

Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-graduação

**Renato Tannure Rotta de Almeida**

Pró-Reitor de Extensão e Produção

**José Lezir José Ferreira**

Pró-Reitor de Administração e Orçamento

**Ademar Manoel Stange**

Pró-Reitora de Desenvolvimento Institucional

Diretoria do Campus Vitória do Ifes

**Ricardo Paiva**

Diretor Geral do Campus Vitória – Ifes

**Hudson Luiz Cogo**

Diretor de Ensino

**Viviane Azambuja**

Diretora de Pesquisa e Pós-graduação

**Sergio Zavaris**

Diretor de Extensão

**Roseni da Costa Silva Pratti**

Diretor de Administração

## MINICURRÍCULO DOS AUTORES

**Tiago Destéffani Admiral.** É professor do ensino básico técnico e tecnológico do Instituto Federal Fluminense. É formado em Licenciatura em Física pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Iniciou os estudos de pós-graduação em Educação em 2009, com o curso de Especialização em Ensino Médio Integrado ao Ensino Profissional (IFES). Está finalizando o Mestrado em Educação em Ciências e Matemática pelo Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática do Ifes. Pesquisa o uso de metodologias alternativas no Ensino de Ciências, articulado à prática argumentativa, visando a mudança conceitual em alunos do Ensino Médio.

**Emmanuel Marcel Favre-Nicolin.** É professor do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática do Instituto Federal do Espírito Santo. Atua na área de produção e análise de material didático. Atualmente desenvolve projeto de ensino formal de física para promover uma aprendizagem conceitual da física, com desenvolvimento e uso de tecnologias de baixo custo. Desenvolve projeto de uso conjunto de experimento e Aprendizagem baseada em problema para ensino de assuntos específicos da física. Atua na Licenciatura em Física do IFES campus Cariacica, lecionando as disciplinas de laboratório de física e história da física.

Ao Programa Educimat (IFES), professores,  
familiares e amigos.

*“Todo o conhecimento implica numa trajetória de um estado A, designado pela ignorância, para um estado B, designado por saber. As formas de conhecimento distinguem-se pelo modo como caracterizam os dois pontos e a trajetória que conduz de um ao outro. Não há, pois, nem ignorância em geral nem saber em geral”.*

Boaventura de Souza Santos

## Sumário

Apresentação.....	10
Introdução.....	11
1. Conhecendo a Escola.....	13
2. Descrição das Sequências Didáticas .....	15
3. Sequência Didática sobre Energia.....	19
3.1 Descrição Geral .....	19
3.2 A dinâmica das caixas de fósforos.....	23
3.3 A aplicação .....	26
3.4 Avaliação.....	30
4. A sequência Didática sobre Cinemática .....	33
4.1 Relato Geral.....	33
4.2 Problematização .....	33
4.3 Organização do Conhecimento.....	37
4.4 A experiência da Arruela.....	38
4.5 Avaliação.....	45
5. Considerações Finais .....	47
Referências .....	50
Apêndices .....	51
Apêndice I-Questionário II.....	51
Apêndice II-Dicionário de Cinemática .....	52
Apêndice III-Modelo de relatório .....	54

## **Apresentação**

Durante o ano de 2012, desenvolvemos uma pesquisa em Educação em Ciências no Instituto Federal Fluminense, em Campos - RJ. O estudo se baseou na aplicação de diversas metodologias alternativas para o Ensino de Física. As práticas trabalhadas no decorrer do projeto estavam voltadas para o favorecimento da autonomia dos alunos, dando ênfase às práticas argumentativas objetivando a mudança conceitual.

Os ganhos dessa pesquisa não se restringiram ao aprendizado conceitual, mas transcenderam para o campo pessoal conferindo aos alunos maior liberdade para participarem das aulas de Física, bem como expressarem suas opiniões e serem protagonistas em seu processo de aprendizado.

Esse Guia Didático de Ciências configura-se como um resultado da pesquisa realizada, que propõe práticas pedagógicas, e possibilidades metodológicas para o ensino de Física. As propostas metodológicas apresentadas neste guia não compõem apenas informações pedagógicas procedimentais mas sugerem, sobretudo, o trabalho a partir de uma lógica focada no aprendizado do aluno, tendo como pressuposto seu conhecimento prévio e suas concepções.

Boa leitura!

Vitória, Espírito Santo, 29 de julho de 2013.

Tiago Destéffani Admiral  
Emmanuel Marcel Favre-Nicolin

## **Introdução**

Uma crescente preocupação em torno do Ensino de Ciências, especialmente na área de Física, tem se constituído no sistema Educacional Brasileiro. Preocupação que tem gerado uma série de pesquisas especificamente nessa área.

Os olhares para o Ensino de Ciência vão se construindo através do contexto histórico e social, sofrendo influência dos interesses sociais, econômicos e políticos. Podemos destacar especialmente a influência de interesses econômicos na construção curricular que, em boa medida, constroem a representação de Ciência dogmática que tentamos desconstruir atualmente.

Enfrentamos hoje, em muitos ambientes escolares, uma situação de afastamento entre os conceitos ensinados em Ciências e a dimensão prática do cotidiano da Ciência. Esse afastamento se dá quando priorizamos o saber teórico em detrimento do saber prático. A construção do conhecimento científico passa por todas as dimensões teóricas, Práticas e Implicações Históricas/Sociais. A utilização do laboratório nas aulas, por exemplo, se torna uma ferramenta a mais para ajudar na construção do conhecimento científico, mesmo em um laboratório não estruturado.

De acordo com Barbosa (1999) a prática experimental exerce importância fundamental no Ensino de Ciências, especialmente em Física, pois:

Empregando-se a experimentação com laboratório não estruturado verifica-se que há uma maior eficiência quanto à ocorrência de mudança conceitual nos estudantes e, conseqüentemente, maior

facilidade de aprendizagem de conceitos científicos quando se utiliza um ensino experimental baseado em uma abordagem que explora este tipo de atividade em comparação com o ensino tradicional. (Barbosa 1999)

Construir um conhecimento científico tecnológico, a partir e para os fins da alfabetização científica, se torna uma demanda crescente cada vez mais nas salas de aula. Utilizar os recursos mais simples e acessíveis pode ser uma boa alternativa na busca por um Ensino de Ciência mais significativo para os alunos.

Tornar o Ensino de Ciências, em especial o Ensino de Física, mais interessante, aplicado à vida do aluno e contextualizado pode ser uma estratégia bem sucedida para atingir uma aprendizagem mais emancipadora e libertadora. A base dessa perspectiva de Ensino deve se pautar em conceitos cotidianos de temas Científicos, a partir de uma abordagem Ciência Tecnologia Sociedade e Ambiente – CTSA.

## 1. Conhecendo a Escola

A escola que atualmente é o *campus* Campos – Centro do Instituto Federal Fluminense iniciou seu funcionamento em 23 de Janeiro de 1910 junto com outras escolas que eram denominadas, pelo então presidente da república Nilo Peçanha, como Escolas de Aprendizes e Artífices.

A escola tinha como finalidade oferecer às pessoas menos favorecidas um ofício para que pudessem exercer uma profissão. Assim que foi inaugurada a escola oferecia cinco cursos: alfaiataria, marcenaria, tornearia, sapataria e eletricidade. Pouco mais de uma década mais tarde a escola mudaria sua denominação para Escola Industrial e Técnica. Vale ressaltar que a escola em questão originalmente funcionava em um endereço diferente do atual. Atualmente a escola está situada na rua Dr. Siqueira, Pq Dom Bosco - Campos dos Goytacazes - RJ. Esse é o endereço desde março de 1968.

A escola apresenta uma infraestrutura de grande porte, na escola existem aproximadamente 530 servidores, atuando em diversas áreas, e aproximadamente 5300 alunos no total.<sup>1</sup> A escola funciona, quase em sua capacidade máxima, em três turnos e oferece cursos que vão de qualificações de mão de obra de curta duração até cursos de mestrado. Entretanto o maior número de matrículas está no Ensino Médio, Médio Integrado ao Técnico e cursos Técnicos concomitantes e subsequentes.

Como a escola oferece uma grande diversidade de cursos a sua clientela possui também uma característica heterogênea. Os cursos de Ensino Médio e Médio Integrado, em geral, apresentam alunos com idade regular e com condições socioeconômicas de classe média.

---

<sup>1</sup> De acordo com o site oficial do Instituto, disponível em “Referências”.

Esse perfil pode estar associado ao fato de haver um processo seletivo para ingresso e, neste caso, os alunos que estudaram em instituições particulares, em geral, são mais bem sucedidos em relação aos que estudaram em instituições de Ensino Médio estaduais.

Os cursos de PROEJA por sua vez possuem um público alvo composto, em grande parte, por alunos mais velhos que já estão inseridos no mercado de trabalho. Uma característica marcante se encontra nos cursos superiores que apresentam um grupo significativo de alunos que são provenientes dos cursos de nível médio da própria escola.

No que diz respeito ao modelo de gestão escolar, a escola segue a estrutura dos demais Institutos Federais, por apresentar um grande espaço físico, diversos cursos diferentes, muitos alunos e muitos servidores, a escola possui uma cadeia hierárquica extensa que vai do Reitor até os coordenadores de áreas dos cursos.

Dentro dessa organização um professor do Ensino Médio responde à coordenação de Ensino Médio e Médio Integrado. Essa coordenação é a responsável por revisar as ementas dos cursos de nível médio e ajustar o Projeto Político Pedagógico (PPP) a cada ciclo letivo.

A escola possui seu próprio PPP, entretanto o documento geralmente não é apresentado aos professores que ingressam na Instituição, e não existe um espaço para o estudo desse documento. A orientação pedagógica é fornecida em reuniões com a coordenação semanalmente, ocasião em que são dadas informações burocráticas e administrativas da instituição, tais como atualização de calendário e prazos para entrega de notas.

## 2. Descrição das Sequências Didáticas

Durante a aplicação das sequências didáticas, e mesmo antes disso, a práxis de Ensino têm sido pensada em longo prazo, planejada em etapas previamente estabelecidas. A elaboração de todos os planos de aula aconteceu no tempo do planejamento e preferencialmente em casa. Particularmente antes da execução dessas SD's, em particular, houve uma preparação e reflexão sobre quais atividades deveriam ser mais adequadas.

As concepções de Ensino que orientaram o planejamento e a execução das SD's foram aparecendo a partir da necessidade de incluir os alunos que apresentam dificuldade na matéria e dificilmente participariam de uma aula tradicional. A pedagogia do oprimido (Freire, 1988), a pedagogia da autonomia (FREIRE, 1996), o sócio-interacionismo de Vygotsky são alguns dos princípios que justificam a escolha da metodologia.

Em sua tese, *“A função do problema no processo ensino-aprendizagem de Ciências: Contribuições de Freire e Vygotsky”*, Gehlen (2009) faz considerações sobre as possíveis aproximações entre as teorias cognitivistas de Vygotsky e as considerações sociais de Freire. Um ponto de convergência entre as contribuições desses autores está na problematização dos temas a serem estudados.

Em relação ao suporte Institucional o professor recebe as oportunidades que, em linhas gerais, são necessárias para a realização do trabalho docente. Semanalmente são realizadas reuniões com as coordenações dos cursos, o professor tem acesso livre à uma biblioteca bem equipada. Na escola em questão o professor tem à sua disposição um computador exclusivo para uso em atividades didáticas como planejamento de aulas, elaboração de notas e utilização em sala de aula. Além

disso, os profissionais têm o apoio da instituição para a participação em eventos acadêmicos como congressos por exemplo. Fato que contribuiu para a elaboração e aplicação das SD's.

Particularmente em relação à turma observada o relacionamento do professor com a turma é leve, com poucos e isolados casos de indisciplina. Em grande parte do tempo os alunos conseguem manter a atenção tanto nas atividades quanto nos momentos de aula expositiva do professor. Durante a aplicação das SD's, em especial, houve um grande esforço do professor para que os momentos de aula fossem agradáveis.

O processo de aplicação de metodologia foi paralelamente acompanhado pelo registro escrito das manifestações dos alunos durante as aulas. Essas anotações, realizadas em um caderno, tiveram o objetivo de registrar para análise futura a evolução da metodologia e suas influências sobre os alunos.

Baseado nessas informações pode-se perceber que houve alto índice de participação por parte dos alunos, uma vez que em diversas circunstâncias surgiram perguntas e exposições de pensamentos por parte dos alunos. Como um dos objetivos propostos pela abordagem era propiciar maior liberdade para que os alunos expressassem suas ideias e modelos, referentes ao assunto (Energia ou Cinemática) ou não, pode-se concluir que houve êxito nesse aspecto.

Inicialmente durante o levantamento etnográfico inicial a reação dos alunos foi claramente de estranhamento porque, mesmo explicando o propósito do questionário, ainda lhes parecia diferente responder a um questionário que não tivesse questões com o objetivo de avaliar, dar uma nota.

Essa conclusão se justifica pela observação dos alunos realizada na ocasião, nesta oportunidade foi observado que alguns alunos trocavam olhares de desconfiança, outros buscavam opiniões de colegas para elaborar suas próprias respostas, talvez em busca de uma resposta “certa”. Observou-se que o estigma do “certo” ou “errado”, incentivado principalmente pelo modelo escolar, atrapalhava alguns alunos de confiarem em seus próprios conhecimentos e opinar sobre um assunto.

Posteriormente nas etapas de problematização e organização do conhecimento os alunos tiveram um comportamento mais natural, principalmente durante a problematização. Durante a organização do conhecimento, por apresentar momentos de aulas expositivas, não houve indícios de grandes surpresas por partes dos alunos em relação à metodologia, possivelmente porque as aulas expositivas representam para eles um lugar comum.

Uma observação relevante que pode ser mencionada é em relação às dificuldades dos alunos durante o processo de aprendizagem. Em aulas expositivas habituais é relativamente comum que o professor, após a explicação de um novo conteúdo, se volte para a turma e faça a pergunta: “alguma pergunta?” ou ainda “alguém não entendeu?”.

Obviamente qualquer pergunta dessa natureza tende a desencadear várias reações imediatas. Um aluno que não possui pudor em expor aos colegas suas dúvidas provavelmente aproveitaria o momento para tirar sua dúvida. Outro aluno que possuir alguma dificuldade de compreensão poderá evitar perguntar por vergonha de expor sua dúvida por diversos motivos.

Ao perguntar se alguém não entendeu o professor automaticamente cria dois grupos distintos: os que entenderam e os que não entenderam. Se o conteúdo é compreendido por grande parte dos alunos de imediato então, de forma automática, os que estiverem no grupo da não compreensão são a minoria “incapacitada” da turma, configurando-se aí uma situação de exclusão.

Desta forma evitou-se a todo o momento fazer questionamento que coloquem os alunos nesse tipo de situação, e uma observação interessante foi que, ao assumir essa postura, percebeu-se um alto índice de perguntas por parte dos alunos que possivelmente não teriam sido feitas sob outra circunstância, possivelmente outros fatores como o contexto e a abordagem fizeram diferença nesse aspecto.

Um traço de comportamento frequentemente observado durante as aulas foi a cooperação. Em várias atividades foi orientado que os alunos trabalhassem em grupos, com aparente liberdade na escolha dos integrantes. Um aspecto que foi observado durante esses momentos foi a participação efetiva dos componentes dos grupos. Uma situação indesejada durante um trabalho em grupo é quando um ou dois alunos, que por terem mais facilidade, se encarregam de todo o trabalho enquanto os outros apenas observam ou fazem tarefas triviais como “passar a limpo”.

Para ajudar a evitar essa situação os alunos foram orientados a cooperar uns com os outros, e que os alunos que tivessem maior entendimento do assunto pudessem ajudar os colegas. Vale ressaltar que esse tipo de orientação deve ficar implícita de forma que a ênfase se encontre na cooperação e não na hierarquização entre alunos por meio de seus conhecimentos.

### 3. Sequência Didática sobre Energia

#### 3.1 Descrição Geral

A Tabela 1 resume algumas ações que constituíram a Sequência Didática sobre Energia e os momentos pedagógicos correspondentes. Esses momentos são etapas essenciais no planejamento e execução de uma SD.

Semanas	Momento Pedagógico	Atividades Realizadas
1 <sup>a</sup> e 2 <sup>a</sup>	P	Apresentação da Proposta da SD
		Apresentação de vídeos sobre Energia Alternativa
3 <sup>a</sup> a 5 <sup>a</sup>	O	Aulas expositivas sobre os temas
		Atividade com caixas de fósforos
6 <sup>a</sup> a 8 <sup>a</sup>	A	Apresentação de maquetes em grupos
		Avaliação individual
		Resolução de problemas conceituais

Tabela 1: Atividades da Sequência Didática sobre Energia

Em várias aulas durante a aplicação da sequência houve momentos em que se percebeu grande envolvimento da turma em geral, entretanto a aula que mais se destacou em relação à participação dos alunos foram as duas aulas de apresentação das maquetes.

Na primeira aula de apresentação os alunos estavam apreensivos para a apresentação de seus trabalhos, entretanto os alunos foram orientados a ficarem tranquilos em relação à apresentação explicando que o mais importante era a participação e cooperação, de forma que eles pudessem se expressar de forma mais natural. O primeiro grupo apresentou uma réplica, em

escala reduzida, de um rotor utilizado nas turbinas que transformam a Energia Cinética em quedas d água em Energia Elétrica.

O grupo construiu o próprio motor com fios de cobre, alguns pedaços de cobre e ferro que foram usados como suportes e duas pilhas AA. A apresentação foi acompanhada de um seminário sobre a Energia Elétrica produzida em hidroelétricas, os aspectos físicos da transformação bem como as vantagens e desvantagens econômicas e ambientais desse tipo de geração de Energia. A apresentação do grupo foi a mais longa, teve duração de 22 minutos.

Foi uma recomendação inicial que cada grupo fizesse uma reflexão sobre os aspectos sociais envolvidos em cada forma de obtenção de Energia, de forma a incentivar nos alunos o senso de criticidade em relação ao conteúdo estudado.

Uma característica forte durante essas duas aulas de apresentação foi a forma com que os alunos se interessavam nas apresentações dos colegas. Em geral não é tarefa simples conseguir que os alunos prestem atenção nas apresentações feitas pelos colegas, entretanto nessas aulas isso aconteceu de forma natural. O que podemos avaliar como um ponto positivo da metodologia adotada.

O segundo grupo foi o que demonstrou o melhor resultado no que diz respeito à aprendizagem do conteúdo e consciência crítica. O grupo abordou o tema de Energia Eólica, construiu uma maquete replicando uma rua com casas, postes de iluminação pública, carros e outros detalhes que foram adicionados com muito cuidado à réplica. Os postes de iluminação possuíam lâmpadas de Led que eram alimentadas por um gerador Eólico improvisado. A Foto 1 mostra a maquete do grupo.

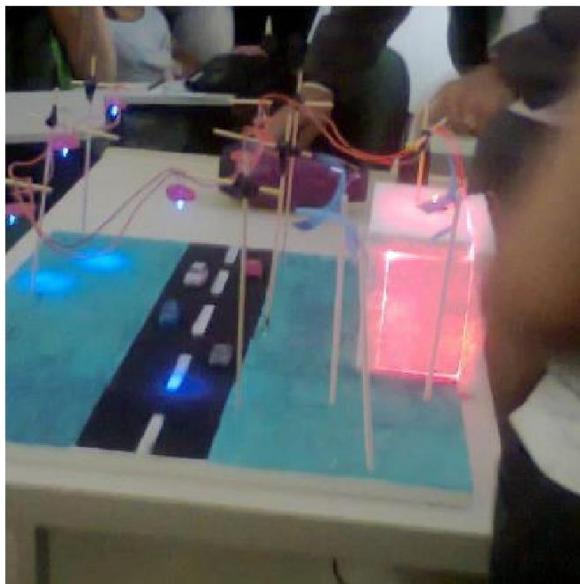


Foto 1: Maquete sobre conversão de Energia eólica em Elétrica.

Dois coolers, utilizados em processadores de computador, foram ligados em série para que, quando suas hélices fossem colocadas em movimento, eles pudessem gerar energia elétrica para as lâmpadas. Um secador de cabelo era o equipamento responsável por simular o vento nas pás das hélices dos coolers Foto 2.



Foto 2: Exemplo de cooler utilizado

O mais surpreendente na apresentação desse grupo, no entanto, não foi a engenhosidade da maquete, mas a forma com que o tema da Energia Eólica foi abordado. O grupo fez uma discussão sobre a importância de explorar outras fontes de Energia, tanto ecologicamente quanto economicamente.

Durante o seminário o grupo mencionou ainda problemas sociais que possuem relação direta e indireta com problemas na produção de Energia, que acarretam custos mais altos e ressaltou ainda que ainda há regiões no mundo em que a Energia elétrica é escassa.

A apresentação dos outros grupos, e principalmente desse segundo grupo citado, deixou claro que os alunos tiveram que fazer pesquisas extra classe para darem conta de executarem as tarefas do trabalho. Para a montagem do equipamento do segundo grupo, eles tiveram que pesquisar assuntos que não haviam sido explorados até então em sala, como circuitos elétricos (para montagem dos coolers, bateria e lâmpadas).

Durante essa aula apenas mais um grupo se apresentou, e os demais grupos se apresentaram na aula seguinte. Mas o que chamou atenção nessas duas aulas foi a autonomia mostrada pelos alunos durante a apresentação, ficou claro que quando os alunos conseguem se identificar de alguma forma com o conteúdo o aprendizado se torna mais significativo e fácil para eles, e o trabalho pedagógico também muda, o professor deixa de ser o ditador da verdade para o orientador do aprendizado, indicando a direção e permitindo que os alunos busquem o conhecimento por si próprios.

Esses dois momentos deixaram claro que o planejamento permitiu que a aula ocorresse da forma esperada trazendo os

resultados esperados. Despertar a motivação dos alunos, promover um aprendizado prático e útil e constatar a cooperação entre os alunos realmente é uma experiência que vale a pena o esforço, a preparação e o planejamento de uma atividade metodológica diversificada.

Outro aspecto interessante nos momentos de apresentação foi perceber que os alunos se sentiam seguros para fazer perguntas aos colegas durante as apresentações. Quando há uma apresentação em grupo e os alunos que estão apresentando demonstram insegurança sobre o assunto é raro acontecer perguntas direcionadas aos grupos, em geral quando há dúvida ou a pergunta não é feita ou é direcionada ao professor.

A observação citada é uma observação prática, não sendo um assunto que fez parte de pesquisas. Entretanto durante a apresentação dos grupos ficou claro que os alunos perguntavam diretamente aos grupos que estavam apresentando, uma vez que o professor se absteve de responder às perguntas, mesmo em momentos em que o grupo não se mostrava tão seguro da resposta.

Baseado em todas as observações, anotações e principalmente nas falas dos alunos pode-se concluir que esse momento (que estava dentro do momento avaliação da sequência didática) teve seu objetivo alcançado com êxito, mostrando que a metodologia surtiu o efeito esperado na aprendizagem.

### 3.2 A Dinâmica das Caixas de Fósforos - Exemplo de Metodologia alternativa

Em uma das aulas da sequência didática sobre energia foi desenvolvida uma atividade sobre transformação e conservação de Energia Mecânica, a atividade das caixas de fósforos.

A dinâmica das caixas de fósforos consiste em utilizar as próprias caixas de fósforos como quantidades, como em um gráfico de barras, para visualizar em cada instante de um movimento como se distribui a Energia Mecânica.

Por exemplo, na foto 3 está representada uma situação em que um objeto pontual de massa  $m$  parte, a partir do repouso, de uma altura  $h$  e desce por uma rampa até atingir a parte mais baixa, sem atrito. No início do percurso, quando está na eminência do movimento, consideraremos como situação inicial. Quando o objeto atingir metade da rampa  $h/2$  chamaremos de situação intermediária, e quando ele atingir a parte mais baixa da rampa chamaremos de situação final.

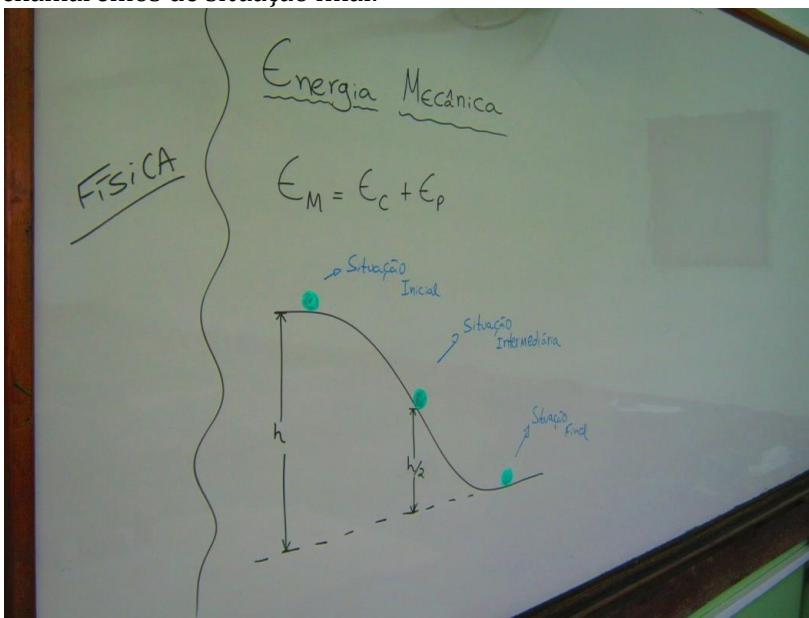


Foto 3: Exemplo conceitual de energia mecânica

Considerando que não há perdas significativas de Energia Mecânica, podemos dizer que a quantidade total de energia ( $E_M$ ) se mantém constante durante o trajeto. Entretanto para momentos diferentes do movimento temos essa energia

distribuída de forma diferente, como uma soma de cinética e potencial, de forma que;

$$E_M = E_C + E_P$$

Para ilustrar essa distribuição ao longo dos diferentes momentos do movimento utilizamos as caixas de fósforo. Se considerarmos, por exemplo, que a quantidade total de energia nesse sistema equivale a seis caixas de fósforos, podemos ilustrar essas situações conforme a foto 4.

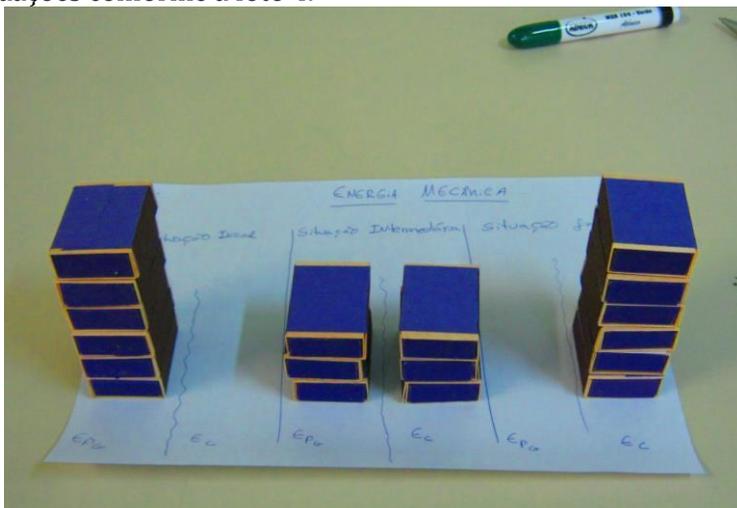


Foto 4: Exemplo de uma resolução de problemas com a utilização das caixas de fósforos.

A folha de papel está dividida nas três situações, inicial, intermediária e final, de modo que em cada uma das situações existem dois espaços: Energia Potencial Gravitacional ( $E_{PG}$ ) e Energia Cinética ( $E_c$ ).

Na situação inicial, todas as seis caixas estão colocadas no espaço  $E_{PG}$ , na situação intermediária metade está no espaço  $E_{PG}$  e a outra metade no  $E_c$ , e na situação final todas as seis caixas estão colocadas na posição  $E_c$ . Dessa forma podemos visualizar a Energia Mecânica sob diversas possibilidades apenas movimentando as caixas de acordo com o instante analisado do movimento.

### 3.3 A Aplicação

Para a aplicação da metodologia foi necessário dividir a turma em grupos de até cinco alunos, cada grupo recebeu seis caixas de fósforos e folhas A4 para resolverem os problemas propostos utilizando as caixas.

Após a distribuição dos materiais e dos grupos era colocada no quadro uma situação problema, o grupo tinha um tempo para discutir como a energia se distribuía nos momentos diferentes de cada situação proposta. Nas duas primeiras situações houve certa dificuldade por parte de alguns grupos para compreender como funcionava a metodologia, mas a partir da terceira situação as discussões nos grupos funcionavam de forma mais fluente.

Um comportamento muito comum no dia -a-dia de sala de aula quando formamos grupos, é o domínio de um ou de mais de um integrante que possui mais facilidade de aprendizado e, em geral, esse indivíduo tende a realizar as tarefas enquanto os que têm mais dificuldade apenas observam. Mas como, nessa dinâmica em especial, não havia nenhum tipo de repreensão quanto ao certo ou errado foi observado que houve grande participação em todos os grupos. Esse foi um dos fatores positivos na utilização de problemas conceituais.

A idéia central da metodologia era fornecer ao aluno um momento de liberdade para expressar suas idéias, e permitir que, a partir dos seus erros, os alunos pudessem aproximar suas inferências aos conceitos trabalhados em sala. Podemos considerar que o aspecto sócio-interacionista tem uma grande influência nessa metodologia, pois é através do diálogo entre os alunos do grupo que o conhecimento individual é colocado em xeque.

A interação entre os alunos aconteceu de forma natural, possivelmente porque possuem muitas semelhanças de linguagem. Sem que fosse pedido aos alunos, durante a aplicação, eles iniciaram novas atividades utilizando o seguinte método: uma parte do grupo propunha uma situação problema enquanto outra parte procurava solucionar a situação usando as caixas de fósforos.

Essa atitude demonstra que além de compreender satisfatoriamente o método, os alunos foram capazes de pensar em outras formas para sua utilização. A foto 5 mostra os alunos no momento da aplicação da metodologia:



Foto 5: Grupo de alunos discutindo uma situação problema usando as caixas de fósforos (As tarjas foram inseridas com a finalidade de proteger a identidade dos participantes do projeto)

Nessa dinâmica de interação podemos identificar os processos de construção de conceitos sendo desenvolvidos;

Quando se examina o processo de formação de conceitos em toda a sua complexidade, este surge como um movimento do pensamento dentro da pirâmide de conceitos, constantemente oscilando entre duas direções, do particular para o geral e do geral para o particular (VYGOTSKY, 1998, p. 101).

Esse desenvolvimento conceitual ocorre simultaneamente com um desenvolvimento na linguagem utilizada pelos alunos. Nesse período do desenvolvimento é comum a utilização de artifícios como exemplos ou metáforas para a explicação de uma expressão, por exemplo:

“[...] quando se pede a um adolescente para definir uma determinada palavra e ele recorre a uma situação concreta para explicá-lo. Este fato comprova que a evolução dos conceitos segue um caminho diferente das experiências concretas e que antes de definir um conceito utilizando apenas palavras, o adolescente as relaciona com a realidade”. (VIEIRA, R. e GHEDIN, E. 2012)

Se partirmos desse olhar para a linguagem, percebemos que faz sentido que os alunos se sintam mais à vontade para interagir e trocar conhecimentos com seus colegas de classe, nesse ponto o professor deve agir como intermediário do diálogo entre aluno-aluno para inserir ao conhecimento que está sendo construído o caráter científico.

Em vários momentos durante a aplicação pode-se observar como o diálogo entre os alunos pode ser um grande criador de obstáculos epistemológicos, essa curiosidade epistemológica que é a grande mola propulsora para o conhecimento científico (Freire, 1996). A foto 6 ilustra uma situação em que uma aluna pede ajuda à outra do seu grupo para identificar a distribuição de Energia de um problema conceitual:



Foto 6: Uma aluna explica à outra um problema utilizando a metodologia das caixas de fósforos.

Nesta situação descrita pela foto 6 podemos perceber que além de compreender a teoria sobre o assunto Energia, a aluna também é capaz de aplicar uma metodologia nova para ensinar uma outra pessoa, de certa forma, esse se mostra um conhecimento concreto, útil. Para a construção de um conceito é necessário ir além de uma definição. Tendo em vista essa característica se torna de extrema relevância proporcionar meios alternativos para que o aluno estabeleça inferências entre a teoria e situações práticas.

### 3.4 A Avaliação

Como citado anteriormente, a avaliação dos alunos, da sequência didática e das metodologias aplicadas, ocorreu durante todo o desenvolvimento da pesquisa.

A avaliação conceitual dos alunos ocorreu em diversos momentos, e de formas distintas, através de questionários,

depoimentos, avaliações escritas, apresentação dos trabalhos e observação. Os momentos que mais se caracterizaram como avaliativos foram durante as apresentações das maquetes e seminários e durante as avaliações escritas (avaliação individual e lista de exercícios). O desempenho dos alunos nessas avaliações foi acima da média, tanto quantitativamente, quanto qualitativamente.

Em relação à opinião dos alunos sobre as estratégias de ensino adotadas foi utilizado um questionário (Questionário II - Apêndice) e a observação. Não era preciso identificação no questionário, de forma que os alunos poderia se manifestar sem que fossem identificados caso desejassem, embora alguns alunos fizeram questão de se identificar.

Quando perguntados se gostaram da forma de trabalhar os conteúdos (pergunta 3) e se gostariam que os outros conteúdos tivessem momentos semelhantes aos presentes nessa Sequência Didática (pergunta 4) os alunos foram unânimes em afirmar que sim.

Quando perguntados sobre quais foram as maiores dificuldades apresentadas nos momentos da montagem das maquetes e das apresentações (pergunta 2) as respostas foram variadas mas, em geral, a obtenção de informação sobre o assunto não era uma delas. Alguns alunos citaram a construção das maquetes como uma dificuldade maior, enquanto outros consideraram o momento da apresentação, perante a turma, como sendo a parte mais complicada.

Destoando da maioria das respostas, cinco alunos responderam de forma similar, afirmando que a maior dificuldade, ao invés da execução ou apresentação do trabalho, foi, na verdade, decidir qual seria a forma da maquete, e qual tipo de energia utilizar. Segue uma resposta da pergunta 2 de um dos alunos:

*“Foi difícil saber o que tinha que fazer na maquete, já que não tinha um modelo do que era pra fazer agente teve inventar que ia construir” (Resposta 2 – Aluna 1)*

Analisando a resposta desse aluno podemos inferir que, por não ter recebido um comando específico, teve que decidir por si próprio o que gostaria de fazer. Aparentemente o exercício da autonomia pode não ser muito comum para esse, e os outros alunos que colocaram respostas semelhantes. Uma expressão interessante que aparece nessa resposta é *“inventar”*, na verdade os alunos tiveram que *“pesquisar”* para saber o que iriam fazer, muitos deles disseram que viram vídeos para obter idéias do que fazer, outros olharam no próprio livro didático (que apresenta uma parte destinada à experimentação).

A aplicação da metodologia das caixas de fósforos, juntamente com as outras ações da Sequência Didática, proporcionou um aprendizado conceitual acima da média, fato que foi verificado com a resolução dos problemas conceituais e lista de exercícios. Ainda em relação à metodologia, podemos pontuar outros aspectos positivos interessantes, as principais vantagens são:

- Fácil obtenção das caixas e baixo custo total
- Fácil aplicação da metodologia
- Promove trabalho em grupo em sala
- Facilita a verificação de aprendizagem dos conceitos

## 4. A Sequência Didática Sobre Cinemática

### 4.1 Relato Geral

Outra parte da pesquisa envolveu a aplicação de uma sequência didática sobre cinemática. Assim como a sequência didática sobre Energia, essa também foi dividida em momentos distintos.

A Tabela 2 resume as atividades da Sequência Didática sobre cinemática, bem como os momentos pedagógicos correspondentes:

Semanas	Momentos Pedagógicos	Atividades Realizadas
1 <sup>a</sup> e 2 <sup>a</sup>	P	Apresentação da Proposta da SD
		Brainstorm sobre cinemática
		Elaboração de dicionário da cinemática
3 <sup>a</sup> e 4 <sup>a</sup>	O	Elaboração de dicionário da cinemática (continuação)
		Aulas expositivas sobre cinemática
		Experimento da arruela
5 <sup>a</sup> e 6 <sup>a</sup>	A	Atividade em grupo (produção de relatório)
		Avaliação individual

Tabela 2: Atividades da Sequência Didática de cinemática

### 4.2 Problematização

O momento inicial da sequência didática deve proporcionar ao aluno um vínculo entre seu conhecimento prévio e o conhecimento científico que desejamos trabalhar em sala.

Na primeira aula, antes de começar a definir os conceitos, começo perguntando sobre quais são as situações que vêm em

mente quando se trata de cinemática. Uma espécie de *brainstorm* para forçar que os alunos estabeleçam uma possível relação entre situações que eles vivenciam cotidianamente e a cinemática.

De acordo com Gehlen (2009) essa etapa “[...] problematiza-se o conceito espontâneo do estudante mediante a introdução do conceito científico para abordar um problema que está vinculado a uma situação real do contexto do estudante [...]”. A partir dessa fase o educando consegue relacionar o conteúdo a ser estudado com alguma situação, ou contexto do seu cotidiano.

Uma grande dificuldade encontrada no Ensino de Ciências, e de Física em particular, se encontra na diferença entre a linguagem cotidiana e a linguagem científica, para (CHASSOT, 2002, p.93) a ciência em si pode ser considerada uma linguagem. Muitas expressões utilizadas na cinemática não são do uso comum dos alunos, e outras são usadas com sentidos diferentes. Por exemplo, a expressão “escalar” que no cotidiano é utilizada exclusivamente como um verbo, na cinemática é utilizada como um adjetivo para classificar uma dada grandeza, enquanto escalar ou vetorial.

Tendo esse problema sido considerado uma das ações da problematização foi construir um dicionário com as principais expressões utilizadas na cinemática. O dicionário não foi apresentado diretamente aos alunos. Durante a primeira aula cada palavra foi colocada no quadro e os alunos foram explicitando suas opiniões sobre cada item. Para chegar a uma conclusão sobre o conceito foi utilizado o padrão IRF (Interrogação – Resposta - *Feedback*) (Mortimer e Machado, 1997). O dicionário está disponível em “Apêndices”.

Com o intuito de analisar a construção argumentativa dos alunos, o padrão IRF foi aplicado de forma que os alunos fossem expondo suas idéias até serem conduzidos a um conceito mais preciso em relação aos que eles já possuíam como senso comum.

Após discutir o conceito de referencial foi perguntado aos alunos qual seria a melhor definição para o “Repouso”. A ordem dos eventos é expressa pelos turnos abaixo. Nas falas o professor aparece com a letra *P* enquanto que os alunos são enumerados pela ordem de suas falas;

1. *P*: “Então... como vocês definiriam repouso... o que é um corpo estar em repouso para vocês?”
2. *Aluno 1*: “É não ter movimento ué...”
3. *Aluno 2*: “Estar parado...”
4. *Aluno 3*: “Em relação a um referencial... tem que ter um referencial...”
5. *Aluno 2*: “É... parado em relação a um referencial...”

Nesse trecho há um momento de silêncio, aparentemente à espera que o professor responda se as respostas estão certas ou erradas.

6. *P*: “E aí gente?... E então?...”
7. *Aluno 4*: “Tem haver com ficar na mesma distância... da referência...”
8. *P*: “Será?...” [fala em tom de desafio]
9. *Aluna 5*: “Acho que não tem haver não...”
10. *Aluno 4*: “Tem sim...[ênfase na afirmação]... se a distância não mudar então é porque tá parado... repouso... né fessor...?”

No turno 10 podemos perceber que, de acordo com a estrutura argumentativa de Toulmin (2001), o aluno 4 constrói um argumento mais elaborado com mais elementos em seu discurso argumentativo. De acordo com a construção argumentativa transcrita acima podemos dizer o aluno usa como garantia de inferência (G) a permanência da distância, isso fica claro no trecho: “...se a distância não mudar então...”

Com isso ele considera implicitamente a grandeza “variação da distância” é o seu apoio (A) e conclui que há o repouso (C).

Entretanto não podemos identificar mais elementos em sua construção argumentativa, por exemplo, a refutação (R). Entretanto os elementos encontrados são suficientes para a construção de um argumento satisfatório.

Entretanto, nesse ponto, os conceitos elaborados coletivamente através dos processos argumentativos dos alunos são submetidos a uma situação de teste (uma crise). Um dos alunos elabora um conceito de repouso no qual, se não há mudança entre a distância entre o referencial e o objeto não há movimento. Esse conceito esteve muito próximo do conceito final, entretanto como os alunos não conseguiam enxergar a falha nesse modelo o professor fez uma intervenção com uma pergunta.

11. *P*: “Então se a distância entre o referencial e o objeto não mudar então o objeto estará em repouso? É isso?... [um grupo de alunos responde que sim]. Então se um objeto se mover em um círculo, e o referencial for o centro do círculo a distância muda?... Significa que ele está em repouso?...”

Nesse ponto alguns alunos perceberam imediatamente que havia uma inconsistência naquele conceito de repouso, havia um caso que não era compatível com aquele modelo, o caso do movimento circular. Ao perceber essa inconsistência os alunos que concordavam com esse modelo experimentaram um obstáculo epistemológico (BACHELARD, 2007), a partir desse momento houve uma intenção de reestruturação dos argumentos.

12. *Aluno 2*: “Então é estar parado... sem velocidade...”

13. *Aluno 1*: “É isso aí mesmo fessor... velocidade zero”

14. *Aluno 4*: “É quando a *posição* não muda... a *posição*, tipo, fica a mesma, em relação ao referencial...”

15. *P*: “Ah... e agora será que é isso mesmo?... pensa no caso do movimento circular?... dá certo essa ideia?...”

16. *Aluna 5*: “Aí sim fessor, agora se ficar na mesma posição é porque tá parado... como se ficasse num lugar só... aí tá em repouso...”

17. *P*: “Então chegamos numa definição melhor né?... um corpo está em repouso em relação a um referencial se a sua posição não muda em relação àquele referencial... tá aí ó... vamos anotar esse então...”

Dessa forma conclusão sobre o conceito de repouso se tornou mais completa do que o conceito que os alunos elaboraram no turno 10, pelo fato de que a grandeza “distância” foi corretamente substituída pela grandeza “posição”. Outro conceito que causa distorções na compreensão, que é a diferenciação entre intervalo de tempo  $\Delta t$  e instante  $t$ , foi discutido de forma semelhante em sala.

Se o conceito tivesse sido estabelecido pelo professor, a priori, a sutileza da diferença entre as expressões “distância” e “posição” possivelmente não teria sido percebida pelos alunos, de forma que, em problemas futuros, essa confusão semiótica poderia causar problemas na aprendizagem de outros conceitos.

#### 4.3 Organização do Conhecimento

Nesse momento específico almejamos fornecer subsídios suficientes para que o aluno alcance a compreensão conceitual. De acordo com Gehlen (2009) num estágio final do processo de construção conceitual, o aluno deve começar a associar elementos científicos às explicações dos fenômenos envolvidos nas situações problemas estudadas.

A construção do dicionário de cinemática, que havia começado durante a problematização, continuou na organização do conhecimento, na medida em que uma expressão gerava algum tipo de dúvida ela era inserida no dicionário.

Nesse Momento Pedagógico aconteceram aulas expositivas sobre cinemática, principalmente sobre gráficos dos movimentos e resolução de problemas com os alunos. Entende-se que é necessário o momento de uma organização mais formal do conhecimento, para tanto foram necessárias as aulas expositivas para trabalhar com exercícios e representações gráficas comumente adotadas na Física.

#### 4.4 A Experiência da Arruela

Uma das ações desenvolvidas nesse momento foi a realização de um experimento em sala: Experimento MRU – “O parafuso e a arruela – queda livre ou movimento uniforme?”

A intenção durante esse momento de experimentação não era realizar uma experiência de caráter de mera verificação, ou seja, uma repetição de ações previamente estabelecidas com a finalidade de chegar a uma conclusão previamente conhecida.

Foi proposto aos alunos uma situação problema para que, a partir da discussão em conjunto, encontrássemos as respostas para o problema, caracterizando assim esse experimento como um experimento que incentiva a investigação.

Essa experiência consistia em determinar qual era o tipo de movimento de uma pequena arruela que era deixada cair livremente em torno de uma vara rosqueada. Apesar de parecer relativamente simples, essa situação problema, por si, apresentou possibilidade para uma série de discussões.

##### Materiais:

Vara rosqueada (de qualquer diâmetro)

Suporte (para manter a vara rosqueada na vertical)

Arruela (de diâmetro compatível com da vara rosqueada) Trena métrica

Cronômetro

Procedimento:

Com um suporte, que pode ser feito de madeira, colocamos a vara rosqueada na vertical. Ao seu lado esticamos uma trena. Como mostra a foto 7:



Foto 7: montagem da vara rosqueada com a trena ao lado.

Com o sistema montado o procedimento é deixar a arruela cair livremente do ponto mais alto da vara rosqueada, depois marcamos intervalos de tempo de descida em espaços iguais de distância percorrida.

Ao chegar na sala os alunos foram informados que, durante aquela aula, eles teriam que descobrir uma maneira de resolver

um problema relacionado ao movimento de um corpo. Inicialmente o professor colocou uma mesa menor, sobre a mesa do professor, para servir como parte do suporte da vara rosqueada.

Antes de iniciar a demonstração, foi perguntado aos alunos qual seria o tipo de movimento esperado quando abandonássemos a arruela, como esperado, a maioria dos alunos respondeu que a arruela desceria com um movimento muito parecido com o de uma queda livre.

1. *P:* “Pessoal... prestem atenção... se eu deixar essa arruelinha cair daqui como ela vai descer? Se deixar por conta da gravidade ela vai cair como? Acelerada?”

2. *Aluno1:* “claro né fessor... vai cair normal.”

Vários alunos falam simultaneamente, impossível diferenciar outras falas

3. *Aluno1:* “tipo acelerada normal...”

4. *Aluna2:* “vai ser diferente por causa do parafuso”

5. *Aluno3:* “não muda nada isso não vai cair normal mesmo”

Nesse ponto podemos inferir que as opiniões expressas por esses alunos não estão baseadas em quaisquer pressupostos Físicos, mas estão mais relacionadas à previsões baseadas em suas experiências e observações do senso comum. Essa inferência pode ser feita a partir da construção dos argumentos que, não possuem elementos que indicam uma categorização de grandezas físicas que os sustentem.

6. *P:* “Então gente... vamos olhar aqui o que acontece então?”

Professor passa a arruela por debaixo da vara rosqueada e a leva na posição mais alta para deixá-la “cair”.

7. *Aluna2:* “não tá acelerando não olha lá”

8. *Aluno4:* “tá caindo devagar...”

9. *Aluna2:* “é constante a velocidade”

10. *Aluno1:* “é... é constante mesmo tá parecendo”

Ao deixar cair a arruela o movimento descrito pela mesma se aproxima muito de um movimento uniforme. No turno 9, a Aluna 2, introduz o termo “velocidade constante” em sua observação, o que configura uma construção argumentativa mais coerente com o esperado, uma vez que os alunos já conheciam MRU e MRUV, deseja-se uma apropriação desses conceitos e uma incorporação dos mesmos nos processos argumentativos.

Nesse ponto os alunos ainda não tinham visto os outros materiais como a trena, por exemplo, foi então que, ao invés de responder de fato que movimento era esse os alunos foram perguntados sobre como poderíamos resolver esse problema.

11. *P*: “E aí? É uniforme então o movimento? Como agente pode provar isso? Tem jeito?”

12. *Aluno5*: “Mede o comprimento da vara e... o tempo que desce... e divide”

13. *Aluna2*: “é... aí dá a velocidade constante”

Em suas falas nos turnos 12 e 13 os alunos disseram que se fosse medido o comprimento total da vara, e esse valor fosse dividido pelo tempo total o problema estaria resolvido. Entretanto esse método serviria apenas para calcular a velocidade média no percurso, e não para determinar se o movimento era ou não acelerado. O que mostra que houve uma compreensão sobre velocidade média, mas não o suficiente para utilizar a equação em uma situação problema real.

14. *P*: “Ah... mas pensa o seguinte: imagina que eu deixo a arruela cair assim... sem nada... se você medir a altura que ela caiu e dividir pelo tempo vai dar um valor não é? Isso quer dizer que o movimento é uniforme? Quer dizer que a velocidade não muda?”  
[Os alunos ficam em silêncio por uns instantes]

15. *Aluno1*: “aí a velocidade muda nesse caso”

16. *Aluno5*: “porque tem aceleração...”

17. *P*: “Então... não dá pra dizer como é o movimento só com isso dá?”

18. *Aluno5*: “não”

19. *Aluno3*: “não”

20. *P*: “E aí faz como então?”

[Mais uma vez os alunos fazem silêncio]

21. *Aluna6*: “mede dois pedaços... metade... e vê se a velocidade é a mesma na outra metade”

22. *Aluno5*: “se for igual é porque não mudou a velocidade, aí é uniforme”

23. *Aluna2*: “divide em três então... ou mais... fica mais real”

Só então os alunos perceberam que o procedimento não era compatível com a situação, mostrando que os alunos ainda não tinham clareza em diferenciar as características entre MRU e MRVU.

No turno 23 novamente a Aluna 2 introduz um princípio experimental de forma intuitiva. Dividir o movimento em intervalos cada vez menores nos faz ter uma melhor noção se a velocidade é mantida durante todo o movimento. A velocidade instantânea pode ser compreendida como sendo a medida da velocidade média em um intervalo de tempo muito pequeno, infinitesimal, dessa forma ao considerarmos um intervalo de tempo cada vez menor do movimento temos uma velocidade média que se aproxima cada vez mais da velocidade instantânea do movimento. Em uma linguagem matemática isso resulta na equação 1:

(equação 1)

Dessa forma a aluna pode ter percebido, de forma intuitiva, que se o intervalo fosse dividido mais vezes, e as velocidades fossem comparadas, teríamos uma maior certeza quanto a manutenção da velocidade durante o trajeto. Podemos sugerir essa interpretação a partir do momento em que, nas palavras da aluna, a velocidade ficaria “mais real”, expressão que pode

sugerir que o valor seja mais compatível com o ocorrido no experimento.

O procedimento foi organizado pelos alunos sob supervisão do professor da seguinte maneira: Os alunos fizeram rodízio nas medições, a sala foi dividida em grandes grupos de sete pessoas, cada grupo era responsável por fazer três medições e preencher uma tabela semelhante à tabela 3:

$\Delta S$ (Espaço percorrido - cm)			
$\Delta t$ (Intervalo de tempo - s)			

Tabela 3: Exemplo de tabela utilizada no experimento.

As grandezas envolvidas nessa experiência eram o espaço percorrido pela arruela (em cm) e o tempo decorrido no percurso (em segundos). Dessa forma cada grupo podia escolher uma medida e dividir a vara em intervalos iguais para cronometrar o tempo de descida em cada um, por exemplo, um dos grupos dividiu a vara em intervalos de 10 cm, de forma que, a cada 10 cm percorridos, o tempo era anotado na tabela e a velocidade média em cada trecho era calculada pela equação 2:

(equação 2)

Para o grupo que dividiu os intervalos percorridos em trechos de 10 cm, por exemplo, a equação tinha a seguinte característica:

$$\text{Velocidade média (em cm/s)} = 10 \text{ (cm)} / \text{tempo (segundos)}$$

No final cada grupo chegou a uma velocidade média, juntou-se os 5 valores e foi feita uma média entre os grupos para determinar a velocidade média do movimento, mas o que realmente ficou claro que, para que se caracterizasse o movimento como uniforme era necessário que a arruela percorresse mesmos espaços em mesmos tempos, independentemente de quanto valessem.

A condição que comprovava o movimento (aproximadamente) uniforme foi compreendida pelos alunos, que mesmo realizando cálculos diferentes para os valores de velocidade média encontravam valores similares. Um dos alunos chegou a declarar que: *“tem que dar [o valor da velocidade média] a mesma coisa, não faz diferença como agente divide os pedaços [intervalos de comprimento percorrido]”*

A foto 8 mostra o momento durante em que foi feita uma medição como exemplo para ilustrar o experimento:



Foto 8: Durante a demonstração do experimento.

Vale ressaltar que um procedimento experimental, por mais simples que seja, pode ser um ponto de partida para iniciar nos alunos um interesse científico mais elaborado, desde a elaboração de hipóteses até as discussões sobre as discrepâncias entre os resultados, os alunos experimentam os passos que levam ao fazer da ciência. Cabe ao professor aproveitar esses momentos de abertura para atribuir ao conhecimento que está sendo construído um caráter formal.

Tanto a compreensão dos conteúdos quanto a compreensão da linguagem científica em si, se deu não por meio da imposição dos conhecimentos científicos sobre os alunos, mas sim através da negociação de significados. Os alunos já possuem suas interpretações, modelos e linguagem próprias para descrever os eventos que os cercam, o espaço de argumentação e discussão tem o poder de intervir na aquisição de significados, e de ressignificação de conceitos prévios dos alunos.

#### 4.5 A Avaliação

A avaliação dos conhecimentos durante a sequência foi baseada em observações e participação dos alunos em sala nas atividades propostas. Houve uma avaliação individual sobre o assunto e duas atividades em grupo, uma delas foi a medição da velocidade média da arruela. O desempenho da turma, tanto nas avaliações individuais como nas avaliações em grupo, foi acima da média.

Outro instrumento de avaliação foi o relatório das atividades da experiência, os alunos tiveram uma orientação no fim da aula de como iriam proceder para a elaboração do relatório, para tanto receberam um modelo de relatório (Apêndice). Esse relatório foi iniciado em sala de aula e os alunos puderam terminar em casa para entrega posterior.

Entre os quesitos que foram observados na correção do relatório, estava a clareza nas explicações e a acuidade nos cálculos, o que

demonstraria uma compreensão adequada dos conceitos trabalhados em sala.

Alguns trechos retirados dos relatórios dos alunos podem servir como indicadores em relação ao aprendizado conceitual sobre as situações de MRU e MRUV envolvidas na experimentação.

*“O experimento mostrou que, se medirmos a velocidade média em pequenos espaços do percurso e compararmos essas velocidades podemos dizer se a velocidade se mantém ou se muda”* (Trecho de relatório – 1)

Essa construção argumentativa, por exemplo, indica uma excelente compreensão do que foi realizado em sala e, por si só, sugere o aprendizado do conceito esperado na atividade. Uma categoria que pode ser analisada nessa fala é a inserção de expressões próprias da linguagem científica, que antes não apareciam com frequência nas falas dos alunos.

## 5. Considerações Finais

Ao final da experiência com a sequência didática descrita são inúmeras as contribuições que podemos contabilizar para prática docente. Organizar a proposta metodológica de acordo com a especificidade da turma, dos objetivos desejados, dos recursos disponíveis foi um aprendizado que servirá para todas experiências de sala de aula a partir desse momento.

A grande dificuldade de iniciar um trabalho, diferente do que se está habituado, está em não conhecer as dificuldades que serão enfrentadas no processo. Entretanto esse anseio é facilmente superado quando há devido planejamento das ações que serão tomadas no percurso metodológico. Em algumas ocasiões nos deparamos situações não habituais durante as aulas diversificadas, na problematização, por exemplo, quando os alunos começavam a se expressar simultaneamente a impressão que temos é de caos, entretanto esse aparente caos é expressão natural da libertação dos alunos ao se perceberem enquanto participantes.

Em uma aula expositiva não existe espaço para essas manifestações, e uma conversa entre alunos nesse contexto seria considerada algo indesejado, uma indisciplina. Mas durante a problematização, da forma como aconteceu, o fato dos alunos se expressarem mais mostrou o real objetivo da sequência didática. Para um professor que não sabe lidar com essa situação ela pode ser desconfortável, a ponto de o professor achar que está tendo bagunça quando, na verdade, está havendo aprendizado.

As práticas dessa sequência tiveram a força para revelar, nosso papel, enquanto professor, no aprendizado dos alunos e do meu próprio. Não se aprende se não há curiosidade, como Freire comparava que não se pode comer se não há fome. Cada aluno aprende por um motivo, seja por uma pressão dos pais, da

sociedade, seja por uma afinidade com o conteúdo, enfim, para criar condições para o aprendizado deve-se (re) significar o objeto de estudo, trazendo-o para a realidade do aluno ou, a partir dessa mesma realidade, deve-se chegar ao conceito desejado.

Além de despertar o senso de dever do professor, as práticas adotadas em sala aumentaram o interesse em pesquisar o comportamento dos alunos diante de situações inovadoras em sala. Situações que acontecem todos os dias em sala de aula podem ter outras significações sob um olhar mais crítico e apurado.

As inquietações dessa pesquisa estavam voltadas, em especial, para as influências que as metodologias alternativas para o Ensino de Ciências teriam sobre o aprendizado, e se essas atividades desenvolvidas ao longo da pesquisa despertariam um maior interesse dos alunos no conhecimento científico.

Ao analisar as falas dos alunos, os questionários, o desempenho na disciplina, e todas as demais informações que constam nos relatos das atividades desenvolvidas, podemos inferir que, em boa medida, houve uma excelente aceitação da metodologia por parte dos alunos que demonstraram grande participação em todos os momentos.

Se considerarmos que os instrumentos avaliativos, que foram aplicados durante todo o desenvolvimento da pesquisa, possam ser considerados como indicadores para o aprendizado, concluímos que houve êxito no aprendizado dos conteúdos trabalhados nas duas Sequências Didáticas. Isso levando em conta tanto o resultado quantitativo (notas) das avaliações, quanto o resultado qualitativo das avaliações, que é obtido através da observação de quesitos como participação, interesse dos alunos, comprometimento nas atividades etc.

Com base no estudo realizado durante o acompanhamento de toda a pesquisa, articulado com a análise das discussões tendo suporte os referenciais teóricos citados, podemos considerar que os objetivos da pesquisa foram alcançados com êxito. A hipótese inicial de que as metodologias diferenciadas poderiam, além de produzir um aprendizado conceitual, terem uma boa aceitação por parte dos alunos, foi confirmada. Acreditamos que os depoimentos dos alunos, bem como os relatos registrados durante as aulas dão suporte a essa afirmação.

Repensar o Ensino de Ciências e, sobretudo, repensar a nossa própria prática pedagógica requer uma reflexão contínua sobre as demandas atuais na área de ciências. As pesquisas na área de ensino podem (e devem) alcançar a sala de aula real, cada vez mais é necessário que o profissional da Educação possua a oportunidade de entrar em contato com os olhares e discussões sobre o Ensino de Ciências. É com base nessa necessidade que esperamos que essa pesquisa possa contribuir, mesmo que minimamente, para melhorar a percepção nessa área de estudo.

## Referências

BACHELARD, G. **“Estudos”**. Contraponto, 2007

BARBOSA, J. O. sa e C. Rinaldi, **Caderno Catarinense de Ensino de Física** 16, 105 (1999).

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social**. Revista Brasileira de Educação nº 21, set./dez, p. 157-158. 2002.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 17 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GEHLEN, S. T. **A função do problema no processo ensino-aprendizagem de Ciências: Contribuições de Freire e Vygotsky**. Tese doutorado. Florianópolis: PPGECT/UFSC, 2009.

MORTIMER, E. F. e MACHADO, A. H. **Múltiplos olhares sobre um episódio de ensino: “Por que o gelo flutua na água?”**. Encontro sobre teoria e pesquisa em Ensino de Ciências. Belo Horizonte, 1997.

TOULMIN, S. **Os usos do argumento**. Trad. R. Guarany, Martins fontes, São Paulo, 2001.

VIEIRA, R. C. M. e GHEDIN, E. **A epistemologia proposta por Vigotsky e suas implicações para o ensino de ciências**. Boa Vista: UERR Editora, 2012.

VIGOTSKY, Lev Semenovich. **A formação social da mente**. Ed. 6ª. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

## Apêndices

### Apêndice I – Questionário II



Secretaria de  
Educação Profissional  
e Tecnológica

Ministério da  
Educação



### Questionário II

01 – Você considerou importante o estudo sobre Energia?  
Porque?

---

---

02 – Quais foram as maiores dificuldades para executar o trabalho sobre energia? Montar a maquete, apresentar os trabalhos sobre Energia? Outras?

---

---

03 – O que você achou da maneira como o conteúdo foi ensinado, com a apresentação de vídeos, maquetes e com o uso das caixas de fósforos? Justifique.

---

---

04 – Você gostaria que os outros conteúdos de física fossem trabalhados de forma similar? Sim ou não e porque.

---

---

## Apêndice II – Dicionário de Cinemática

### DICIONÁRIO - Expressões comuns em cinemática

#### **Cinemática escalar**

É um ramo da física mecânica que estuda o movimento realizado pelos corpos, sem se preocupar com suas causas.

#### **Ponto Material**

É todo corpo em que as dimensões são desprezíveis em relação a um dado referencial.

#### **Corpo Extenso**

É todo corpo cujas dimensões influenciam o estudo do seu movimento em relação a um dado referencial.

#### **Referencial**

O referencial ou referência pode é o sistema adotado como referência para indicar e medir uma grandeza física, por exemplo, se o ponto está em movimento ou em repouso. É de praxe utilizar a terra como referencial.

#### **Repouso**

É a situação na qual um corpo não muda sua posição em relação a um dado referencial.

#### **Movimento**

Movimento existe quando o corpo analisado muda de posição no decorrer do tempo, em relação a um dado referencial.

#### **Trajetória**

É uma linha formada pela união de todas as posições ocupadas por um móvel durante o seu movimento. Essa trajetória também depende do referencial adotado.

#### **Deslocamento Escalar**

É a medida que representa a distância entre as posições inicial e

final, ou seja, é a mudança de posição de um móvel sobre uma trajetória.

### **Velocidade Escalar Média**

É a rapidez com que o móvel realiza um percurso.

Matematicamente é representada pela equação:

$$V_M = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Em que:

**V<sub>m</sub>** = velocidade média

**ΔS** = variação do espaço

**Δt** = variação do tempo

### **Velocidade Escalar Instantânea**

É a velocidade escalar do móvel em um instante *t* do seu percurso.

### **Movimento Uniforme**

É quando o móvel percorre distâncias iguais em intervalos de tempo iguais, obedecendo à regra de que a velocidade instantânea seja igual à velocidade média em qualquer intervalo de tempo.

## Apêndice III – Modelo de relatório



Secretaria de  
Educação Profissional  
e Tecnológica

Ministério da  
Educação



### Relatório de Física – Experimento da Arruela

Aluno (a): \_\_\_\_\_ Data: \_\_/\_\_/\_\_\_\_

Professor: Tiago Destéffani Admiral

#### **Introdução:**

Escreva aqui um pouco sobre o experimento, como ele foi desenvolvido e qual situação problema ele abordou.

#### **Objetivo:**

Indique quais foram os objetivos do experimento

#### **Materiais:**

Materiais utilizados no experimento

#### **Métodos/Dados coletados:**

Aqui neste item entram os métodos usados na coleta de dados e as tabelas, gráficos e outras informações que foram coletadas durante o experimento.

Exemplo:

<b>S</b>									
<b>t</b>									

Tabela de intervalos de distância e intervalos de tempo.

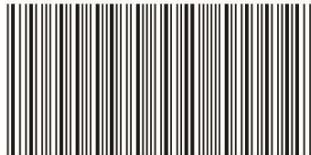
#### **Conclusões:**

Aqui você escreverá quais foram as conclusões que foram tiradas da atividade experimental, pode apresentar um gráfico contendo uma informação relevante e pode escrever o que você pode entender a partir do experimento. Mencione também quais são as possíveis fontes de erros do experimento, por exemplo: A falta de precisão ao cronometrar o tempo, a imprecisão na divisão dos intervalos de distância percorrida etc.



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA  
INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO - CAMPUS VITÓRIA

ISBN - 978-85-8263-026-6



9788582630266