

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA**

**PROPOSTAS DE UTILIZAÇÃO DE SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS
INVESTIGATIVAS PARA O ESTUDO DO CONCEITO DE
VELOCIDADE NO ENSINO MÉDIO**

WHORTTON VIEIRA PEREIRA

**VITÓRIA
2014**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA

**PROPOSTAS DE UTILIZAÇÃO DE SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS
INVESTIGATIVAS PARA O ESTUDO DO CONCEITO DE
VELOCIDADE NO ENSINO MÉDIO**

*Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Ensino de Física da
Universidade Federal do Espírito Santo,
como requisito parcial para obtenção do
título de Mestre em Ensino de Física, na
área de Ensino de Física.*

*Orientador: Prof^a Dr^a Simone Aparecida
Fernandes Anastácio*

VITÓRIA
2014

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

P436p Pereira, Whortton Vieira.

Propostas de utilização de sequências didáticas
investigativas para o estudo do conceito de velocidade no
ensino médio / Whortton Vieira Pereira. – 2014.

169 f.: il.; 30 cm

Orientadora: Simone Aparecida Fernandes Anastácio.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) –
Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências
Exatas.

1. Física – Estudo e ensino. 2. Aprendizagem baseada em
problemas. I. Anastácio, Simone Aparecida Fernandes. II.
Universidade Federal do Espírito Santo. III. Título.

CDU: 53



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA

Whortton Vieira Pereira

**PROPOSTAS DE UTILIZAÇÃO DE SEQUENCIAS DIDÁTICAS
INVESTIGATIVAS PARA ESTUDO DO CONCEITO DE VELOCIDADE
NO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Ensino de Física da Universidade Federal do Espírito Santo como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

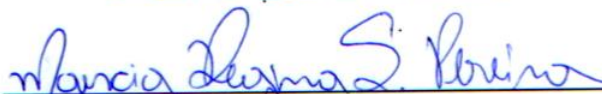
Aprovada em 25 de Setembro de 2014.

COMISSÃO EXAMINADORA



Profa. Dra. Simone Aparecida Fernandes Anastácio
Universidade Federal do Espírito Santo


Prof. Dr. José Guilherme Moreira
Universidade Federal da Minas Gerais



Profa. Dra. Márcia Regina Santana Pereira
Universidade Federal do Espírito Santo

A Deus, por ter me dado força e discernimento;

A meus pais, Deoclenir e Pedro, que me deram, não só a vida, mas também investiram e acreditaram em mim sempre;

A Marcella, que sempre esteve ao meu lado auxiliando em todos os momentos com paciência, compreensão, carinho e muito apoio didático;

A Brenda, minha filha querida e uma das razões de minha vida;

A Simone, por sua imensa paciência nos encontros de orientações contribuindo para promover verdadeiras mudanças não só conceituais, mas em muitos outros aspectos, ao longo deste período de convivência.

"Se se organizassem e programassem as matérias de forma adequada, se as ideias relevantes estivessem disponíveis na estrutura cognitiva, se apresentassem o material de forma lúcida e incisiva, se corrigissem de imediato as ideias erradas e se estudantes adequadamente motivados aprendessem de forma significativa e prestassem atenção a considerações tais como revisão e espaçamento ótimos, existem boas razões para se acreditar que iriam reter, durante uma boa porção da vida, grande parte das ideias importantes que aprenderam na escola".

David P. Ausubel

RESUMO

A evolução das concepções alternativas em direção ao conhecimento científico é um processo longo. Isso porque essas ideias são coerentes, universais, persistentes e consistentes (PINTÓ, *et al.*, 1996). Vários autores têm destacado as contribuições da utilização de atividades investigativas para a evolução conceitual (AZEVEDO, 2006; CARVALHO, 2013; BORGES, 2002). Neste trabalho foi realizado um estudo sobre as contribuições dessas atividades para a evolução do conceito de velocidade. O estudo foi realizado em novembro de 2013 com alunos do primeiro ano do ensino médio que já haviam estudado o conteúdo de cinemática. A maioria deles demonstrou concepção alternativa, o que mostra que essa forma de conhecimento pode existir mesmo após a instrução formal. Foram realizadas três atividades que colocaram os alunos diante de diferentes situações com o objetivo de promover conflito cognitivo (CARVALHO, 1992). A produção escrita dos alunos foi recolhida e analisada utilizando-se como referencial a análise de conteúdo (BARDIN, 1977). As atividades investigativas realizadas mostraram ser uma boa alternativa às aulas tradicionais de laboratório e demonstraram potencial em promover evolução das concepções alternativas.

Palavras-chave: Atividade experimental investigativa, velocidade, concepção alternativa, evolução conceitual.

ABSTRACT

The misconception's evolution to the scientific knowledge is a long process. In this way, several authors pointed that investigative experimental activities would promote conceptual evolution. In this work, a study was performed in order to investigate the utilization of investigative experimental activities as a tool to achieve conceptual evolution. The addressed concept was velocity. The sequence of activities was accomplished with a group of first year high school students who had already studied the concept of speed. In this group many students presented misconceptions reported in the literature. In this case, misconceptions were perceived even after the formal instruction. As discussed in the literature a single activity was not sufficient to promote the conceptual evolution. Because of this, it was necessary three different activities. After these activities, all students answered questions, and the students responses were analyzed by content analyses. The data analyses corroborated that experimental investigative activities would be a good alternative compared to traditional laboratory classes.

Keywords: Experimental investigative activity, speed, alternative design, conceptual evolution.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1: Representação da atividade proposta por Trowbridge e McDermott (1980) na qual o aluno deveria fazer uma comparação das velocidades das bolas.....	27
Figura 2: Representação da atividade proposta por Trowbridge e McDermott (1980) na qual o aluno deveria fazer uma comparação das velocidades das bolas que se movimentam da esquerda para a direita.	29
Figura 3: Representação da atividade proposta por Trowbridge e McDermott (1980) para a comparação da aceleração (movimento da esquerda para a direita). O círculo tracejado indica a posição inicial da bola A e, os círculos sólidos indicam as posições correspondentes das bolas em intervalos de tempo iguais.	30
Figura 4: Gráfico do posição versus tempo para o movimento. A linha tracejada indica a posição da bola B com relação ao instante que a bola A é liberada até o instante em que a bola B é liberada. (Trowbridge e McDermott, 1981)	31
Figura 5: Gráfico da velocidade versus tempo para o movimento. As bolas atingem a mesma velocidade apenas na parte inferior da inclinação. (TROWBRIDGE e MCDERMOTT, 1981).....	31
Figura 6: Carrinho com retropropulsão.....	71
Figura 7: Trilhos de ar com sensores fotoelétricos, vista lateral.....	73
Figura 8: Sensores fotoelétricos, vista aproximada.....	73
Figura 9: Quadro de exemplos de índices de compreensão.	80
Figura 10: Exemplo de gráfico apresentando a análise por frequência.....	87
Se houver temas que o pesquisador decida considerar negativo, por exemplo, "a não compreensão do conceito de velocidade ou permanência da concepção alternativa da literatura", inserindo-se o tema 7, o gráfico pode ter a aparência da Figura 11: ..	87
Figura 11: Exemplo de gráfico apresentando analisando a frequência ponderada... ..	87
Figura 12: Gráfico indicador da evolução conceitual a respeito da concepção alternativa.....	99
Figura 13: Gráfico indicador da evolução conceitual a respeito do conceito de velocidade.....	105

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Exemplos da utilização de heurísticas ou regras simplificadoras na formação das concepções alternativas.	22
---	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	O CONTEXTO DO ESTUDO	13
1.2	A ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	UMA BREVE CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA	17
2.2	CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS E ENSINO/APRENDIZAGEM DE FÍSICA	19
2.3	CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS RELATIVAS AO CONCEITO DE VELOCIDADE	26
2.4	UTILIZAÇÃO DAS ATIVIDADES INVESTIGATIVAS COMO ESTRATÉGIAS DE ENSINO NA PROMOÇÃO DA EVOLUÇÃO CONCEITUAL	34
2.5	MUDANÇA CONCEITUAL	38
3	ATIVIDADES INVESTIGATIVAS	43
3.1	CONTEXTO HISTÓRICO	43
3.2	AS TEORIAS DE PIAGET, VIGOTSKY E AS ATIVIDADES INVESTIGATIVAS	48
3.3	ATIVIDADES INVESTIGATIVAS E O ENSINO DE FÍSICA	53
3.3.1	<i>Tipos de atividades investigativas</i>	55
3.3.1.1	Atividade Experimental Investigativa	55
3.3.1.2	Demonstração Investigativa	56
3.3.1.3	Problemas não Experimentais Investigativos	57
3.3.2	<i>Contribuições das atividades investigativas para o aprendizado de física</i>	58
3.4	SEQUENCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVAS (SEIS)	63
3.4.1	<i>Postura do professor e do aluno em uma SEI</i>	65
3.4.1.1	Alguns cuidados a serem tomados na realização das atividades investigativas	66
4	METODOLOGIA	68
4.1	PLANEJAMENTO E REALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES	68
4.2	METODOLOGIA DE ANÁLISE DE CONTEÚDO	75
4.2.1	<i>Pequeno histórico</i>	75
4.2.2	<i>O que é a Análise de Conteúdo</i>	76
4.2.3	<i>Por quê utilizar a análise de conteúdo</i>	77
4.2.4	ETAPAS DA ANÁLISE DE CONTEÚDO	78
4.2.4.1	Pré-análise	78
4.2.4.2	Exploração do Material	81
4.2.4.3	Tratamento dos Resultados, Inferência e Interpretação	81
4.2.5	A CODIFICAÇÃO	81
4.2.5.1	Unidades de Registro e de Contexto	82
4.2.5.2	Regras de enumeração	84
4.2.5.3	A Classificação e Agregação: Escolha das Categorias	86

4.2.6	A INFERÊNCIA.....	89
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	92
5.1	ESTUDO 1: ANÁLISE DAS RESPOSTAS DADAS AO TESTE DIAGNÓSTICO.....	92
5.2	ESTUDO 2: INVESTIGAÇÃO DE EVOLUÇÃO CONCEITUAL A PARTIR DA REALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS.....	95
5.3	ESTUDO 3: INVESTIGAÇÃO DA EVOLUÇÃO NO CONCEITO DE VELOCIDADE (QUALITATIVO E QUANTITATIVO)	101
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	108
7	BIBLIOGRAFIA	111
8	ANEXOS.....	114

1 INTRODUÇÃO

1.1 O CONTEXTO DO ESTUDO

A educação no Brasil passa por problemas que são apontados por muitos pesquisadores da área do ensino. Problemas como: a fragmentação do conhecimento em disciplinas, o grande volume de informações dos currículos que distanciam a experiência e o pensamento crítico dos conteúdos ensinados nas escolas, professores abarrotados de aulas e com cargas horárias de trabalhos elevadas, aulas fragmentadas e conteúdos extensos.

Muitos professores brasileiros não investem seu tempo em pesquisas, pode-se citar grande parte dos professores das redes estaduais, municipais e particulares. No ensino de Ciências, estas questões podem ser percebidas pela dificuldade do aluno em relacionar a teoria desenvolvida em sala com a realidade a sua volta, não reconhecendo o conhecimento científico em situações do seu cotidiano. Aliado a estas questões tem-se o grande desafio de tornar o ensino de ciências prazeroso, instigante, mais interativo, dialógico e baseado em atividades capazes de persuadir os alunos a admitirem as explicações científicas para além do âmbito escolar (WILSEK e TOSIN, 2012).

O grande índice de dificuldade e a falta de interesse e de motivação para o estudo da Física, em nível básico, médio e universitário, têm sido motivo de constante preocupação por parte dos governantes, professores e pesquisadores. Em geral, o aluno que finaliza seus estudos em nível médio e inicia um curso universitário sente dificuldades em acompanhar as disciplinas da física básica, e é nos conceitos da mecânica que esses problemas mais se acentuam (WILSEK e TOSIN, 2012).

Um dos problemas encontrados para essa dificuldade são as concepções alternativas que os alunos já têm sobre a física. Segundo Peduzzi e Peduzzi (1985), a origem desses saberes está no fato da criança, desde a infância, desenvolver crenças e explicações sobre o mundo em que vive. Crenças estas, que não são simples ideias isoladas, mas apresentam-se como partes de estruturas conceituais

que proporcionam uma compreensão coerente do mundo, mas que, na maioria das vezes, está em desacordo com as teorias científicas.

As concepções alternativas ganharam importância nos processos de ensino e aprendizagem, passando-se a aceitar que elas, frequentemente em contradição com o conhecimento científico, interferem na forma de assimilação dos conceitos científicos, e que costumam persistir após a instrução.

Segundo Watts e Zylbersztajn (1981), para que o aluno passe da visão do senso comum para a cientificamente aceita é necessário que as estratégias de ensino contemplem: a consciência, por parte do professor, da existência e resistência das concepções alternativas; o conhecimento de algumas das formas que estas estruturas conceituais podem tomar; uma atitude positiva para estas concepções e vontade para usá-las como pontos de partida para o ensino.

Essa preocupação chegou até aos documentos oficiais, como, no caso do Brasil, os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997), que priorizam a capacidade de reflexão do professor sobre sua maneira de ensinar e que este oriente suas aulas segundo uma metodologia ativa e participativa. Para isto, é imprescindível considerar o mundo em que o aluno vive, assim como os problemas e as indagações que movem sua curiosidade, relacionando o novo material de estudo com suas noções prévias, de forma que este material tenha significado para ele, tendo em vista a aprendizagem.

[...] questionar a realidade formulando-se problemas e tratando de resolvê-los, utilizando para isso o pensamento lógico, a criatividade, a intuição, a capacidade de análise crítica, selecionando procedimentos e verificando sua adequação (Brasil, 1998, p. 8).

O problema é que, apesar dos estudos sobre concepções alternativas não serem mais nenhuma novidade, os seus resultados pouco têm chegado à sala de aula. Estas estruturas intuitivas continuam sendo uma das grandes dificuldades apresentadas pelos alunos, de qualquer nível de escolaridade, na aquisição do conhecimento científico, uma vez que elas são resistentes a mudanças.

Assim, tendo como pressuposto que essas concepções alternativas influenciam no aprendizado dos conceitos científicos e que a sua desconsideração no ensino

dificulta a aprendizagem dos conteúdos de mecânica, a preocupação principal deste estudo foi analisar se atividades experimentais de caráter investigativo contribuem para a evolução dos conceitos iniciais apresentados pelos estudantes a respeito do conceito de velocidade, e de que forma isso acontece. Como uma preocupação secundária, este estudo visa subsidiar os professores com uma reflexão sobre a temática, de forma que tomem consciência da importância de se abordar tais conceitos intuitivos no ensino de Física e mostrar, ao professor, uma metodologia de uso do laboratório que difere da tradicional.

Tomando essa finalidade como meta a ser atingida, o professor pode organizar diversas ações de ensino em que os alunos participem das aulas de maneira mais ativa. Como afirma Lemke (2006), precisa-se encontrar novas maneira de ensinar baseadas especialmente na possibilidade dos alunos expressarem suas ideias iniciais e seus conceitos científicos a fim de dar ao professor subsídio para traçar planos de ação e de mediação.

1.2 A ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação é apresentada em sete capítulos e seis anexos.

Este Capítulo introdutório tem o objetivo de situar o leitor no contexto da pesquisa, e apresentar de maneira sucinta os tópicos que serão desenvolvidos ao longo do texto.

O Capítulo 2 apresenta o Referencial Teórico em que são discutidas as concepções alternativas que foram bases teóricas para o desenvolvimento deste trabalho. Inicia-se com uma contextualização histórica; discute como as concepções alternativas interferem no processo de ensino/aprendizagem; apresenta as concepções alternativas levantadas na literatura a respeito do conceito de velocidade; diferencia os conceitos de mudança conceitual e de evolução conceitual.

O Capítulo 3 apresenta as atividades investigativas. Inicia-se com uma contextualização histórica; apresenta a importância de teorias, tais como, Teoria Cognitivista de Piaget e Teoria Sociocultural de Vygotsky, tiveram no

desenvolvimento das atividades investigativas; discute estudos que utilizaram sequências de ensino investigativas (SEIs) no ensino de física.

O Capítulo 4 descreve a Metodologia usada para o desenvolvimento deste trabalho de pesquisa.

O Capítulo 5 apresenta os Resultados e Discussões a partir das análises dos dados obtidos na aplicação de cada instrumento de coleta utilizado, buscando evidências da evolução conceitual em cada uma delas.

O Capítulo 6 discute as Considerações Finais deste estudo, apresentando sugestões para futuras investigações.

O Capítulo 7 apresenta as Referências Bibliográficas utilizadas para o desenvolvimento deste trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 UMA BREVE CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA.

A pesquisa voltada para área do ensino se desenvolveu largamente no século XX, sob a influência de teorias behaviorista. De acordo com estas, os indivíduos aprendem por repetição, estímulo e resposta e, o aprendiz não tem um papel ativo, é apenas um recipiente no qual o professor irá depositar seu saber (SHUELL, 1988; BIEHLER e SNOWMAN, 1990 *apud* LEITE, 1993). Vale a pena ressaltar que alguns pesquisadores nesta época, recorriam a testes e a procedimentos estatísticos, com o objetivo de identificar uma melhor maneira de transferir o conhecimento do professor para o aluno (LEITE, 1993). Portanto, não se preocupavam em "Como" e nem "Por que" os alunos davam respostas diferentes quando submetidos aos mesmos métodos de ensino. Neste caso, os métodos eram os mesmos, porém os alunos demonstravam diferentes desenvolvimentos e diferentes compreensões daquilo que era ensinado. Os vários métodos utilizados não conduziram a resultados satisfatórios, pois a teoria que subsidiava suas pesquisas ignorava uma variável fundamental, a natureza dos indivíduos (BIEHLER e SNOWMAN, 1990 *apud* LEITE, 1993).

Durante os anos 1960, psicólogos envolvidos com pesquisas na área de educação começaram a perceber que os alunos tinham um importante papel no processo de ensino aprendizagem. Então, sentiram a necessidade de estudar este processo mais amplamente, principalmente a interação entre o aprendiz e o ambiente em que vive. Assim, no início dos anos 1970, as teorias behavioristas começaram a ceder espaço para as teorias construtivistas, que tinham como os principais nomes o de Piaget, Ausubel e Novak (LEITE, 1993).

Embora tanto Piaget quanto Ausubel aceitem que o aluno organiza o que se aprende em sua estrutura cognitiva, Piaget centrava-se nas operações lógicas independente do conteúdo, pois o objetivo de Piaget era estudar como se dava o desenvolvimento humano, enquanto que Ausubel se concentrava nos conhecimentos que o aprendiz já tem em sua estrutura cognitiva para daí formalizar

o novo conhecimento, já que ele tinha como objetivo entender como se processava a aprendizagem de conceitos e conteúdos nos alunos e como o novo conhecimento se relaciona ao conhecimento pré-existente (LEITE, 1993); (MOREIRA, 1999); (CARVALHO 2013).

Em 1919 ao realizar uma entrevista com as crianças, com a intenção de “[...] descobrir quais eram os processos de raciocínio que conduziam às respostas erradas e os que conduziam às respostas corretas” (FERREIRO, 2001, p. 108 *apud* GOMES, 2008), Piaget descobriu que raciocínios aparentemente simples das crianças apresentavam dificuldades, ainda desconhecidas, até a faixa etária de 10-11 anos. Pode-se considerar que o interesse pelos conhecimentos prévios dos estudantes começou junto com o construtivismo com pesquisas iniciadas por Piaget, com respeito a conceitos como, por exemplo, tempo, velocidade e aceleração (GOMES, 2008).

As teorias construtivistas, que também podem ser chamadas de cognitivistas, ganharam força devido, principalmente, a resultados pouco significativos das teorias behavioristas. Pode-se dizer então que houve uma revolução na forma como era vista a aprendizagem humana, o que trouxe implicações importantíssimas para a educação em geral, principalmente para o ensino em ciências. Nesta nova maneira de conceber o indivíduo e o processo de ensino aprendizagem, os métodos começaram a ganhar um foco qualitativo com objetivos de melhor entender a relação entre o ambiente que o aluno está inserido, os conhecimentos prévios que ele já possui e como ele organiza conhecimentos novos em sua estrutura cognitiva.

Em meados dos anos de 1980 se iniciou um movimento denominado "movimento das estruturas alternativas" e que, posteriormente, foi chamado de "movimento das concepções alternativas" (LEITE, 1993). A investigação desse tema tem sido alvo de muitos pesquisadores da aprendizagem em Física nos últimos anos. Particularmente com relação à aprendizagem de conceito de mecânica clássica vale a pena ressaltar estudos feitos por Watts e Zylbersztajn (1981), Zylbersztajn (1983), Peduzzi e Peduzzi (1985), (TROWBRIDGE e MCDERMOTT, 1980) e (TROWBRIDGE e MCDERMOTT, 1981).

A escolha do conteúdo de mecânica clássica neste estudo se justifica por ser um conteúdo que os alunos começam a construir ideias e explicações sobre fenômenos relacionados a ele antes mesmo de chegarem à escola e, muito frequentemente, com significados diferentes daqueles que são atribuídos pelos cientistas. Em estudos feitos por vários autores, entre eles os citados anteriormente, verifica-se que concepções alternativas a respeito de mecânica são muito resistentes a mudança e estão presentes, por vezes, em professores de física (LEITE, 1993); (GOMES, 2008); (POZO e CRESPO, 2009). Como afirma Leite (1993, p. 52), "algumas concepções alternativas do domínio da mecânica parecem mesmo ser mais resistentes ao ensino do que concepções de outras áreas temáticas". Além disso, a mecânica compreende uma grande parte dos conteúdos ensinados no ensino médio brasileiro. Dentre dos três anos de duração, em média, dessa etapa de escolaridade, o ensino de mecânica ocupa um ano inteiro. Nos outros dois anos são abordados os conteúdos das outras áreas (Eletromagnetismo, Física Moderna, Óptica, Calor e Temperatura, Ondas e Fluidos). É importante destacar, ainda, que uma boa compreensão dos conceitos de mecânica é fundamental para o estudo de quase toda totalidade da física (TROWBRIDGE e MCDERMOTT, 1980).

2.2 CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS E ENSINO/APRENDIZAGEM DE FÍSICA

A aprendizagem das ciências começa muito antes dos indivíduos ingressarem na escola. Cada sujeito, desde muito cedo, demanda um esforço a fim de conseguir, de alguma forma, explicar o mundo que o rodeia. Assim a criança vai ao longo da vida construindo ideias e conceitos próprios sobre os fenômenos que ela observa e experimenta, e essas ideias são chamadas de concepções alternativas (CARVALHO e TEIXEIRA, 1985); (CARVALHO, 2013); (POZO e CRESPO, 2009); (MORTIMER, 1996); (PINTÓ *et al*,1996).

Segundo hipóteses muito recentes e sugestivas, os bebês já dispõem a partir do nascimento, de verdadeiras ideias ou teorias sobre o mundo dos objetos e das pessoas (KARMILOFF e SMITH, 1992 apud POZO e CRESPO, 2009, p. 90).

Embora seja comum denominá-las também de concepções espontâneas, concepções errôneas, ideias erradas ou misconceptions, denominações que têm

uma conotação valorativa caíram em desuso, pois as explicações dos alunos, mesmo não sendo cientificamente aceitas, são toleradas, e mais do que isso, visto como algo onde se podem "ancorar" os novos conhecimentos (LEITE, 1993), então, nesse trabalho serão chamadas de concepções alternativas por serem alternativas ao conhecimento cientificamente aceito. Assim, concepções alternativas são ideias ou modelos criados pelas pessoas/estudantes para explicar fenômenos presentes no seu dia a dia. Essas ideias, que por vezes diferem das teorias e conceitos cientificamente aceitos, começam a ser desenvolvidas desde a infância e são baseadas em observações diárias e nas interações do indivíduo com a sociedade/ambiente que o cerca. Elas existem para os mais diversos fenômenos e são um grande obstáculo no aprendizado dos estudantes, pois são difíceis de serem mudadas, uma vez que são fruto de observações de toda uma vida (PINTÓ *et al*, 1996); (PIETROCOLA, 2001).

Segundo Pozo e Crespo (2009), uma grande parte dessas concepções alternativas vem do esforço de dar significado às atividades cotidianas e são baseadas no uso de regras de inferência, ou seja, "quando faço isso acontece aquilo", explicações causais, e assim nossa concepção do mundo começaria a ser formada.

Cada vez que enfrentamos um novo acontecimento, ou seja, algo moderadamente discrepante das nossas expectativas, iniciamos uma procura causal com a finalidade de encontrar informação que nos permita prever e controlar esse acontecimento. (POZO e CRESPO, 2009, p. 90).

Diante de um acontecimento na qual o indivíduo não encontra explicação em sua estrutura cognitiva, ele reduz o espaço de busca por meio de um atalho cômodo que facilita solução aproximada, em vez de fazer uma análise sistemática e rigorosa de possíveis variáveis, como faria o cientista. Assim, essa maneira de agir sobre algo novo, proporciona soluções imediatas, frequentemente acertadas, com pouco poder de generalização e com pouquíssimo esforço cognitivo, porém, às vezes, esse método leva ao erro e às concepções alternativas (POZO e CRESPO, 2009).

Pozo e Crespo (2009) enumeraram as regras associativas que regem a forma causal de pensar do ser humano.

- A *semelhança* entre causa e efeito ou entre a realidade que observamos e o modelo que explicaria.

- A *contiguidade espacial* e, se for possível, o contato físico entre causa e efeito.
- A *contiguidade temporal* entre causa e efeito, que devem suceder-se de modo próximo não apenas no espaço, mais também no tempo.
- A *covariação qualitativa* entre causa e efeito. As variáveis relevantes serão aquelas que ocorram sempre que se produz o efeito.
- A *covariação quantitativa* entre causa e efeito, de modo que um aumento da causa produza um aumento proporcional do efeito, e vice-versa.

Alguns exemplos da utilização de heurísticas ou regras simplificadoras na formação das concepções alternativas são apresentadas na Tabela 1, adaptada do estudo feito por Pozo e Crespo (2009).

Embora esse processo de aprendizagem, com base na experimentação diária, envolva para cada pessoa uma evolução cognitiva única, o caráter social dos conceitos, bem como a semelhança das experiências com o mundo, são compartilhados entre os diferentes indivíduos de diferentes idades e classes sociais, o que faz com que eles apresentem maneiras de pensar comuns ou semelhantes (LEITE, 1993); (PIETROCOLA, 2001). Ou seja, as experimentações vivenciadas por diferentes sujeitos são muito parecidas, haja visto que a vida cotidiana de diferentes indivíduos em diferentes partes do mundo se assemelham muito. Portanto, todos os habitantes do planeta experimentam os mesmos fenômenos físicos, exemplo: temperatura, luz, relâmpagos, chuva, calor, vento, movimentos, entre outros. Isto resulta em ideias muito parecidas sobre muitos conceitos e fenômenos e, ainda, em definições e explicações muito semelhantes destes. Então as concepções alternativas que os estudantes de mesma idade e de mesmo nível de escolaridade têm sobre um determinado conceito são parecidas e nem sempre cientificamente corretas, independente de sua cultura, classe social, etc. (WATTS e ZYLBERSZTAJN, 1981; ZYLBERSZTAJN, 1983; PEDUZZI e PEDUZZI, 1985; TROWBRIDGE e MCDERMOTT, 1980; TROWBRIDGE e MCDERMOTT, 1981; CARVALHO e TEIXEIRA, 1985). Assim, embora existam variedades nas visões que os aprendizes têm sobre os fenômenos físicos, existem padrões e tendências gerais de pensamento.

Tabela 1: Exemplos da utilização de heurísticas ou regras simplificadoras na formação das concepções alternativas.

Regra	Exemplos
Semelhança entre causa e efeito	<ul style="list-style-type: none"> - Se está calor, tiramos a roupa, uma vez que a roupa "esquenta". - Se meu estômago dói, é por alguma coisa que comi (mas talvez não seja isso). - Se a água é úmida, as partículas de água também serão úmidas. - Os átomos de cobre terão a mesma cor que o metal: avermelhado. - Se um sólido está visivelmente quieto, as partículas que o compõem também estarão imóveis. - Se uma planta "transpira" é porque está suando.
Contiguidade espacial	<ul style="list-style-type: none"> - Se ouvimos um barulho na parte traseira do carro, é razoável procurar pela causa ali. - As lâmpadas que estão mais perto da pilha em um circuito em série brilharam com mais intensidade do que aquelas que estão mais afastadas. - A água condensada nas paredes de um copo é água que se infiltra através das paredes. - A poluição afeta somente as cidades, uma vez que no campo se respira ar.
Contiguidade temporal	<ul style="list-style-type: none"> - Se temos dor de cabeça ou de estômago, a razão é a última coisa que fizemos ou comemos. - A forma das montanhas deve-se a erosão, e não aos movimentos geológicos. - Se alguém está bravo conosco, buscaremos alguma ação recente nossa que possa tê-lo incomodado.
Covariação qualitativa entre causa e efeito	<ul style="list-style-type: none"> - Se cada vez que tenho febre e dor de cabeça tomo um antibiótico, por mais que os médicos digam o contrário, vou acreditar que os antibióticos curam a gripe. Se, em compensação, o médico receita um antibiótico que devo tomar durante uma semana, assim que pararem a febre e a dor, deixo de tomá-lo, porque se não há sintomas não há doença. - Se fizermos com que as coisas funcionem com eletricidade, vamos solucionar o problema do meio ambiente, independente de como essa eletricidade foi obtida.
Covariação quantitativa	<ul style="list-style-type: none"> - Se temos uma panela com água fervendo e aumentamos a intensidade do fogo, muita gente acredita que aumenta a temperatura da água. - Para aquecer mais rapidamente a casa, geralmente aumenta o máximo a temperatura do termostato. - Interpreta-se que, quanto maior a velocidade tenha um corpo, maior é a força adquirida.

O conhecimento das concepções alternativas e sua análise deram origem a uma importante linha de pesquisa sobre ensino/aprendizagem em ciências. Embora tais concepções já sejam bastante conhecidas, pesquisas atuais ainda abordam esse conhecimento no intuito de propor metodologias de ensino e estratégias didáticas que possam contribuir para a sua evolução. Isso porque é sabido que essas concepções estão fortemente presentes na estrutura cognitiva dos alunos e, de acordo com Ausubel (*et al*, 1980 *apud* MOREIRA, 1999), cada nova aprendizagem é influenciada por aquilo que o aprendiz já sabe sobre o conteúdo em questão, ou seja, um novo conhecimento é sempre "ancorado" em um conhecimento já existente na estrutura cognitiva do aprendiz.

Outro ponto importante é que, ao longo do tempo elas vão se desenvolvendo e/ou se alterando à medida que novos conhecimentos são adquiridos pelo indivíduo. Porém, mesmo depois de uma instrução formal, tendem a permanecer, coexistindo com o conhecimento científico (MORTIMER, 1996). Isso indica que elas podem servir como "barreiras" (POPE e GILBERT, 1983 *apud* LEITE, 1993) ou obstáculos para o aprendizado do conhecimento cientificamente aceito a ser aprendido na escola.

Os estudos realizados sob essa perspectiva revelaram que as ideias alternativas de crianças e adolescentes são pessoais, fortemente influenciadas pelo contexto do problema e bastante estáveis e resistentes à mudança, de modo que é possível encontrá-las mesmo entre estudantes universitários. Realizadas em diferentes partes do mundo, as pesquisas mostraram o mesmo padrão de ideias em relação a cada conceito investigado. (VIENNOT, 1979 *apud* MORTIMER, 1996, p.21).

Outro fator que contribui para reforçar e contribuir com as concepções alternativas é o convívio social do indivíduo e os meios de comunicação existentes.

No discurso diário e através dos meios de comunicação de massa, nossas crianças são confrontadas com suposições implícitas sobre como os objetos se movem, sua energia e suas propriedades, que podem estar em conflito direto com a explicação científica que aprendem na escola. Fora do laboratório escolar, esses adolescentes estão sendo continuamente socializados em um repertório completo de explicações não científicas. Um exame de reportagens de jornal e da linguagem cotidiana torna clara a disseminação deste processo subversivo. (SOLOMON, 1983, p. 49 *apud* GOMES, 2008, p. 16).

Pozo e Crespo (2009) afirmam que:

Em nossa cultura, a informação flui de modo muito dinâmico, mas também muito menos organizado. O aluno é bombardeado por diversos canais de comunicação que proporcionam, praticamente sem qualquer filtro, conhecimentos supostamente científicos que, contudo, podem ser pouco congruentes entre si. (POZO e CRESPO, 2009, p. 93-94).

Segundo Leite (1993, p.19), podemos definir algumas características gerais das concepções alternativas:

a) *São pessoais*. Como visto neste trabalho, diferentes pessoas interpretam diferentemente os fenômenos naturais, porém como esses fenômenos são semelhantes, as explicações também acabam sendo semelhantes.

b) *Tem uma coerência diferente*. Os estudantes frequentemente explicam de maneira diferente a do cientista fenômenos naturais e/ou explicam de maneira diferente fenômenos que os cientistas consideram semelhantes. As pessoas, de modo geral, procuram explicações que funcionem e/ou que façam sentido para elas, sem se preocupar como faz o cientista que tenta generalizar essas explicações para outros fenômenos. Um exemplo desta situação é o fato da grande maioria dos estudantes de séries iniciais acreditar que um corpo mais pesado cai mais rápido do que um corpo mais leve (TROWBRIDGE & MCDERMOTT, 1981).

c) *São estáveis*. Como percebido por muitos autores que pesquisaram concepções alternativas, elas são muito persistentes à mudança. Por exemplo, mesmo após uma instrução formal a respeito de queda livre, quando perguntados por que uma folha amassada chega ao chão primeiro do que uma outra folha igual, porém não amassada, os alunos continuam a buscar no peso a resposta. "O peso está menos concentrado na folha não amassada" (LEITE, 1993).

d) *São baseadas na percepção*. As crianças tendem a basear suas explicações em características observáveis a respeito do problema em estudo. Existe uma grande dificuldade em lhes explicar coisas de nível microscópico, pois não estão acessíveis à sua percepção. Afirmações como "o sal e o açúcar deixam de existir quando colocados na água porque deixa de se ver" são comuns entre as crianças (LEITE, 1993).

e) *Incluem palavras com significados diferentes dos que lhe são atribuídos pelos cientistas*. Os estudantes incluem em suas explicações palavras como calor,

gravidade, peso e energia, porém, são frequentes as situações nas quais se percebe que o significado dessas palavras para eles diferem dos significados atribuídos pelos cientistas. Um exemplo simples é quando os alunos falam que seu "peso" é 60 kg ou quando ele diz que o dia está quente, pois está fazendo muito "calor".

f) *Podem ser de tipo Aristotélico.* Algumas formas de pensar e de explicar os fenômenos naturais pelos estudantes se assemelham com os pensamentos Aristotélicos. Um exemplo é a relação entre força e movimento ou a ideia de a matéria ser contínua.

Pode-se resumir que as concepções alternativas não são algo acidental ou conjuntural. São resultados do esforço das pessoas em dar sentido ao mundo, não apenas nas relações entre os objetos físicos, mas também pelas relações sociais e culturais que estabelecem em torno desses objetos. Assim, é fácil perceber por que essas concepções são tão difíceis de serem mudadas e por que os estudantes sempre “ancoram” os conhecimentos novos aos seus próprios conhecimentos (POZO e CRESPO, 2009).

Diante disso, além de conhecer quais são as ideias que os alunos construíram anteriormente sobre o mundo, é fundamental conhecer as origens dessas ideias, bem como compreender suas interações e o quanto significam para os indivíduos que as possuem. Isto se faz necessário já que, estando de posse dessas informações, pode-se traçar novas estratégias de ensino que visem contribuir para a evolução dessas concepções, aproximando-as do conhecimento científico.

Para que a evolução conceitual dos alunos seja possível, é necessário que os professores de ciências estejam conscientizados da importância e das implicações das concepções alternativas, estejam também devidamente preparados para lidar com elas.

A tomada de consciência por parte dos professores de que é a partir dos conhecimentos espontâneos que os alunos trazem para a sala de aula que eles entendem o que se apresenta em classe é muito importante para evitar a surpresa de se descobrir que os alunos "aprendem" coisas que os professores juram não ter ensinado (CARVALHO *et al.*, 1998, 156).

2.3 CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS RELATIVAS AO CONCEITO DE VELOCIDADE

Como já foi apresentado, investigações a respeito das concepções alternativas relacionadas a conceitos da Física foram muito intensas principalmente nas décadas de 1970 e 1980. Portanto, atualmente as concepções de estudantes sobre o conceito de velocidade são bem conhecidas e muitos pesquisadores publicaram trabalhos nesta área. No entanto, vale destacar que Piaget parece ter sido o pioneiro em pesquisas nessa área (LEITE, 1993).

Em um dos seus estudos Piaget (PIAGET, 1972 *apud* LEITE, 1993), trabalhou com crianças de 4 a 14 anos e a análise dos dados foi realizada através da técnica da entrevista clínica, que consistia em fazer perguntas diretas às crianças. Desconsiderando-se o caráter desenvolvimentista que orienta os trabalhos de Piaget, ou seja, pesquisa orientada para a identificação e a caracterização dos estágios de desenvolvimento, pode-se dizer que ele identificou importantes concepções sobre velocidade nas crianças suíças que participaram da sua investigação. Podem-se destacar as seguintes concepções encontradas por ele com relação ao conceito de movimento (LEITE, 1993):

- a) O movimento é avaliado intuitivamente pela posição de saída e, principalmente, de chegada e, assim, posições iguais de chegada indicam mudanças iguais de lugares (distância percorrida);
- b) Dois caminhos são iguais desde que os seus pontos de chegada sejam coincidentes (ou estejam colocados lado a lado), independentemente das distâncias que têm que se percorrer sobre cada caminho para atingir o ponto de chegada. Dessa forma, os indivíduos não distinguem deslocamento de distância percorrida;
- c) Comparando-se dois móveis em trajetórias paralelas, um móvel será considerado mais rápido do que outro se estiver à frente deste ou se o ultrapassar. Dessa forma, a ordem ou a mudança de ordem dos móveis é que indica a sua velocidade relativa;
- d) Dois móveis deslocam-se à mesma velocidade se chegarem ao mesmo tempo ao ponto de chegada, independentemente do caminho que percorrem;

- e) Um móvel A é mais rápido do que um móvel B se o ponto de chegada de A estiver à frente (mais adiante) do ponto de chegada de B;
- f) Dois móveis têm a mesma velocidade no instante em que se cruzam, porque se encontram simultaneamente na mesma posição;
- g) A distância da subida é maior, portanto, diferente da distância de descida. Na opinião das crianças pesquisadas o ato de subir gera mais esforço, por isso sua distância é maior;
- i) Uma distância percorrida em um movimento contínuo não é igual à soma das partes desta mesma distância quando o movimento se interrompe e continua com uma velocidade diferente. Isso se deve a mudança de "esforço" e da velocidade.

Partindo do trabalho de Piaget, Trowbridge e McDermott (1980) também realizaram investigações a respeito da compreensão do conceito de velocidade com alunos matriculados em uma grande variedade de cursos introdutórios de física na Universidade de Washington. No entanto, como as atividades utilizadas por Piaget não ofereciam grande dificuldades a alunos do ensino superior, os autores modificaram as atividades, a fim de torná-las quantitativas e colocar, pelo menos, uma que representasse um movimento variado. Antes de iniciar as atividades foi feito um estudo exploratório para saber o nível de concepções alternativas dos estudantes. Os autores descobriram que os estudantes universitários pensaram na palavra "velocidade" como uma relação entre a distância percorrida e o tempo decorrido, mas não necessariamente como uma razão. Neste trabalho os pesquisadores propuseram quatro tarefas a serem resolvidas pelos alunos. Uma das atividades consistia na comparação de dois movimentos, o da bola A e o da bola B.

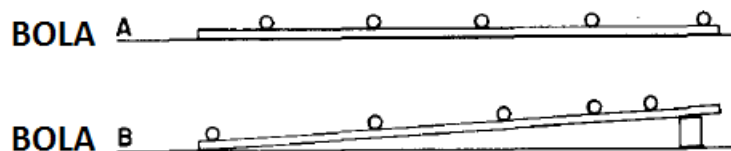


Figura 1: Representação da atividade proposta por Trowbridge e McDermott (1980) na qual o aluno deveria fazer uma comparação das velocidades das bolas.

A bola A descreve um movimento uniforme da esquerda para a direita, enquanto bola B desloca-se no mesmo sentido, a partir de uma velocidade inicial maior do que a bola A. Como bola B desloca-se em uma inclinação suave, ela desacelera e, eventualmente, pára (velocidade zero). A bola B passa primeiro pela bola A, mas depois a bola A ultrapassa a bola B. Os alunos observaram os movimentos das duas bolas várias vezes, primeiro separadamente e depois em conjunto. Após o experimento foram entrevistados e uma das perguntas que eles responderam foi, "Será que estas duas bolas sempre têm a mesma velocidade?". A resposta dada por um grande número de alunos foi que a velocidade era a mesma nos instantes da passagem de uma bola pela outra. O diálogo retirado deste estudo exemplifica essa resposta. Vamos considerar I como sendo o instrutor e S como sendo o estudante, assim como foi feito no estudo original. O diálogo foi retirado da pesquisa de Trowbridge e McDermott (1980) e traduzido pelo autor deste trabalho.

I: vamos olhar para ver o movimento destas duas bolas e tentar perceber em qual ou quais momentos as bolas tem à mesma velocidade. (Bolas são lançadas).

S: Parece que elas têm a mesma velocidade duas vezes. Uma vez em cerca de um quarto do comprimento da rampa e, depois, em três quartos do comprimento da mesma.

I: E como você pode explicar?

S: Como ambas as bolas atigem a mesma posição, então uma estava acompanhando a outra.

I: (O estudante é convidado a colocar marcadores ao longo pista. A demonstração é repetido mais três vezes.)

S: Bem, ambos atingiram a marca ao mesmo tempo. Mas antes uma estava viajando mais rápido que a outra. Em seguida, depois disso, é B.

I: E aqui, quando estão lado a lado, o que você pode dizer sobre suas velocidades naquele instante?

S: Elas seriam as mesmas.

Trowbridge e McDermott (1980) interpretam a fala deste aluno da seguinte maneira:

Este estudante expressa a crença que, quando dois objetos alcançam a mesma posição é por que devem ter a mesma velocidade. Ele também associa estar à frente com estar mais rápido. (TROWBRIDGE e MCDERMOTT, 1980, p.1023).

Outra atividade desenvolvida neste estudo de Trowbridge e McDermott (1980) envolveu duas bolas em movimento uniformemente acelerado e que nunca se encontravam. U bola sempre está a frente da outra, ainda que elas tenham a mesma velocidade em algum instante durante o experimento.

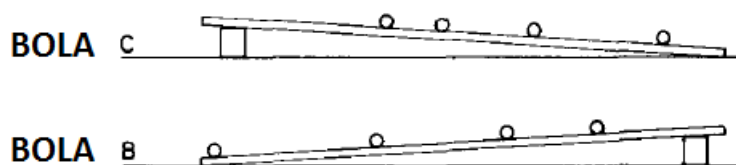


Figura 2: Representação da atividade proposta por Trowbridge e McDermott (1980) na qual o aluno deveria fazer uma comparação das velocidades das bolas que se movimentam da esquerda para a direita.

Nesta tarefa, mais uma vez bola B tem o mesmo movimento que na atividade anterior. Ela começa com uma certa velocidade inicial e, ao longo do movimento, vai ficando mais lenta, até atingir velocidade igual a zero. Outra bola, bola C, parte do repouso em um ponto à frente da bola B. Ela acelera uniformemente por uma inclinação suave. A bola B nunca ultrapassa a bola C. Mais uma vez o diálogo foi retirado da pesquisa de Trowbridge e McDermott (1980) e traduzido pelo autor deste trabalho.

I: Vamos ver se essas duas bolas têm a mesma velocidade em algum momento. (As bolas são liberadas.)

S: Não.

I: Como você pode ter certeza de que elas não têm mesma velocidade?

S: Porque nunca se encontraram, pois elas nunca estiveram alinhadas uma com a outra.

O resultado encontrado pelos autores não foi muito diferente do que aquele encontrado pelo estudo de Piaget. Os alunos de graduação, mesmo após terem passado por uma experiência de ensino sobre o conteúdo, apresentaram dificuldade em diferenciar "atingir a mesma velocidade" e "atingir o mesmo lugar". Trowbridge e

McDermott (1980) concluem e confirmam que as concepções alternativas são persistentes e resistentes à mudança.

Em outro estudo, ainda partindo do trabalho de Piaget, Trowbridge e McDermott (1981) realizaram investigações a respeito da compreensão do conceito de aceleração com os mesmos alunos. A fonte de dados deste estudo foi a realização de entrevistas com um formato de perguntas padrão. No entanto, a qualquer momento, o entrevistador podia optar por aprofundar a investigação da compreensão do aluno estendendo a discussão. As entrevistas, com duração de 20 a 30 minutos cada, foram gravadas em áudio e, ocasionalmente, vídeo.

Em uma das tarefas propostas neste estudo os alunos eram levados a compararem as acelerações de duas bolas que rolavam em canaletas paralelas. As canaletas tinham diferentes larguras, isso confere valores diferentes de atrito para as bolas, sendo a mais estreita com menor atrito. As duas bolas começavam o movimento a partir do repouso e atingiam a mesma velocidade final no final da inclinação. Elas não eram liberadas do mesmo ponto ou ao mesmo tempo e não percorriam distâncias iguais. A bola A foi lançada a partir de um ponto localizado a vários centímetros atrás da bola B. Depois de rolar alguns centímetros, a bola A atingia uma alavanca com um micro-interruptor que, por sua vez, liberava a bola B (Figura B). Os dois movimentos são representados pelos autores nos gráficos das figuras 4 e 5 e não foram usados nas entrevistas. Como pode ser visto a partir dos gráficos, as bolas têm a mesma velocidade média e a mesma velocidade final. No entanto, a bola B, que rola sobre o canal mais estreito, atinge a velocidade final em um período de tempo mais curto do que a bola A, o que lhe confere uma aceleração de cerca de 15% maior do que a da bola A.

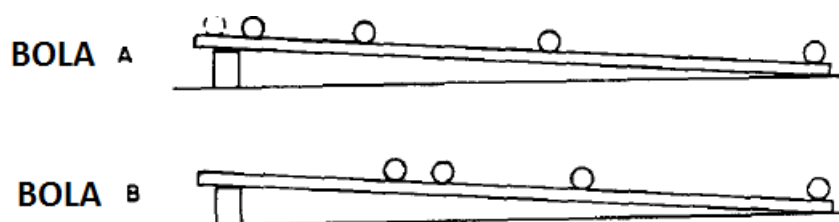


Figura 3: Representação da atividade proposta por Trowbridge e McDermott (1980) para a comparação da aceleração (movimento da esquerda para a direita). O círculo tracejado

indica a posição inicial da bola A e, os círculos sólidos indicam as posições correspondentes das bolas em intervalos de tempo iguais.

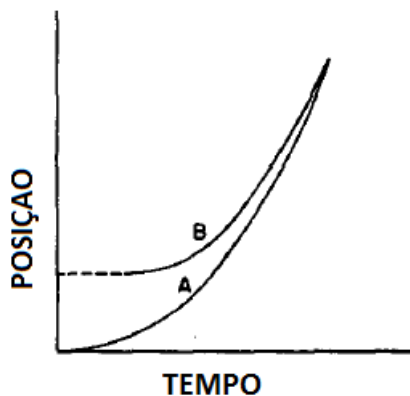


Figura 4: Gráfico do posição versus tempo para o movimento. A linha tracejada indica a posição da bola B com relação ao instante que a bola A é liberada até o instante em que a bola B é liberada. (Trowbridge e McDermott, 1981)

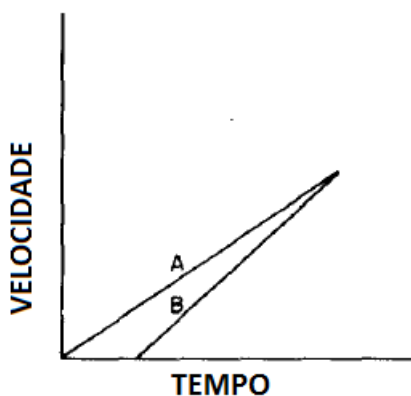


Figura 5: Gráfico da velocidade versus tempo para o movimento. As bolas atingem a mesma velocidade apenas na parte inferior da inclinação. (TROWBRIDGE e MCDERMOTT, 1981)

Uma conclusão alcançada pelos autores neste estudo foi que os alunos acreditam que as bolas possuem a mesma aceleração quando estão na mesma posição. Esse critério de comparação também foi usado na velocidade (TROWBRIDGE e MCDERMOTT, 1980). O diálogo abaixo foi retirado do estudo original (TROWBRIDGE e MCDERMOTT, 1981). e traduzido pelo autor deste trabalho.

I: (Depois de repetidas observações do experimento) O que você pode dizer sobre suas acelerações?

S: Eu acho que elas têm a mesma aceleração. Eles acabaram lá no mesmo ponto.

Concepções alternativas semelhantes também foram encontradas por Perry e Obenauf (1987 *apud* LEITE, 1993) em um estudo realizado em crianças americanas do 1º ao 5º ano de escolaridade sobre o conceito da rapidez e por Moreno e Moreno (1989, p.42 *apud* LEITE, 1993) em um estudo com alunos do ensino secundário espanhol.

Outro estudo, desenvolvido por Cross e Mehegan (1988 *apud* LEITE, 1993) com crianças australianas de 5 a 9 anos, concluiu que elas também apresentavam concepções alternativas sobre o conceito de velocidade que eram semelhantes aos encontrados nos outros estudos citados anteriormente. De acordo com Cross e Pitkethly (1991 *apud* LEITE, 1993), as concepções das crianças podem ser sintetizadas do seguinte modo: "se dois veículos se deslocam com diferente rapidez, o veículo mais lento pode percorrer a mesma distância ou uma distância maior que o veículo mais rápido, no mesmo tempo". Percebe-se uma incompreensão da relação entre distância percorrida e tempo, o que, segundo os autores, pode colocar as crianças em situação de perigo ao atravessarem a rua.

Viennot (1979 *apud* PEDUZZI e PEDUZZI, 1985 e ZYLBERSZTAJN, 1983), em estudo realizado com alunos franceses, belgas e ingleses do último ano do secundário e dos três primeiros da universidade, concluiu que as concepções alternativas destes alunos a respeito de força e velocidade podiam ser resumidas por uma expressão matemática do tipo $F=KV$ em que F é a força, K uma constante e V é a velocidade. Isso confirma os resultados encontrados por outros estudos relatados aqui. Segundo a autora, durante a vida e a partir das suas próprias observações diárias, os alunos vão construindo ideias sobre como as coisas funcionam no mundo em que vivem. Dessa forma, é difícil que concebam um mundo idealizado, sem atrito. Este estudo de Viennot revelou que os aprendizes têm uma concepção forte de que para haver movimento é necessário haver uma força na direção deste, porém neste trabalho de mestrado não iremos focar em concepções alternativas sobre os conceitos de força.

No Brasil, dentre os autores que investigaram concepções alternativas sobre velocidade apresentadas por alunos em diferentes níveis de escolaridade, vale a pena destacar o trabalho de Carvalho e Teixeira (1985) com alunos da 5ª série do ensino fundamental (faixa etária de 10 a 12 anos). O objetivo deste estudo foi investigar como os alunos conceituavam velocidade a partir de questões típicas dadas em sala de aula. Foram realizadas entrevistas com os alunos a respeito do "Por quê" das respostas fornecidas por eles. Neste estudo as pesquisadoras formularam um questionário de quinze questões com o intuito de perceber como os alunos interagem com as questões e de que maneira eles elaboravam os conceitos de velocidade. O aluno era convidado a responder o questionário antes da visualização do movimento de um móvel em uma maquete (material concreto). Nela, eram simulados os movimentos que estavam nas questões e após a visualização os alunos poderiam ou não alterar suas respostas. As autoras concluíram que essas crianças tinham concepções alternativas muito similares às encontradas por Piaget nas crianças suíças. Além disso, também concluíram que o simples fato de observarem o movimento não era condição suficiente para haver uma mudança de resposta, ou seja, a visualização do movimento não garantia que os alunos percebessem os erros em suas concepções e mudassem de ideia.

Outros pesquisadores brasileiros, Peduzzi e Peduzzi (1985), realizaram estudo de concepções alternativas com 28 alunos universitários de Química e Matemática em um curso introdutório de física. O objetivo foi identificar possíveis concepções alternativas acerca dos conceitos de força e movimento dos corpos e investigar a influência dessas concepções no aprendizado das duas primeiras leis de Newton. Com esse propósito, solicitou-se que os alunos respondessem a um teste (escrito) com oito questões de múltipla escolha no qual eram abordadas situações bastante comuns aos estudantes. Pode-se dar como exemplo a questão um deste estudo que se referia a 1ª Lei de Newton, e as respostas dadas pelos alunos a esta questão sugerem uma relação de $F=KV$, onde seria impossível pensar em uma velocidade diferente de zero com uma força igual a zero, mesmo com uma aceleração nula. Os resultados foram os mesmos nas duas turmas, a de física e a de química. Apesar deste estudo não ter como objetivo principal a identificação de concepções

alternativas de velocidade, os autores identificaram concepções que corroboram com aquelas encontradas por Piaget, como, por exemplo, a não diferenciação entre entendimento de "atingir a mesma velocidade" e "atingir o mesmo lugar".

Em um estudo envolvendo 125 alunos ingleses com idade média de 14 anos, Zylbersztajn e Watts (1980 *apud* ZYLBERSZTAJN, 1983) concluíram que 85% dos estudantes associavam força com velocidade. Neste trabalho foi empregado um questionário escrito no qual, além de responderem a itens de múltipla escolha cujas opções eram figuras, os alunos tinham que explicar a razão de suas escolhas. Esse resultado confirma o que foi encontrado em publicações anteriores (VIENNOT, 1979 *apud* PEDUZZI e PEDUZZI, 1985; TROWBRIDGE e MCDERMOTT, 1981). O questionário do trabalho de Zylbersztajn e Watts (1980 *apud* ZYLBERSZTAJN, 1983) foi usado em outro estudo por Thomaz (1982, *apud* ZYLBERSZTAJN, 1983), que o aplicou a alunos portugueses e quenianos que cursavam licenciatura física – equivalente ao curso brasileiro – e os resultados obtidos foram parecidos com o do estudo anterior.

Percebe-se, portanto, que concepções alternativas estão presentes mesmo em alunos do nível de graduação que já haviam visto os conteúdos na escola de nível médio, o que reforça o fato das concepções serem resistentes à mudanças.

Fica difícil para o estudante aceitar trocar (quando isso se torna necessário) um esquema intuitivo que levou muito tempo para ser edificado, e que lhe parece coerente e suficiente para explicar os fenômenos, por outro, que além de conflitar com aquilo que ele já sabe, geralmente lhe é apresentado de uma forma que não leva em conta qualquer possível interação da nova informação com as ideias intuitivas acerca do assunto tratado. (PEDUZZI e PEDUZZI, 1985, p. 10).

2.4 UTILIZAÇÃO DAS ATIVIDADES INVESTIGATIVAS COMO ESTRATÉGIAS DE ENSINO NA PROMOÇÃO DA EVOLUÇÃO CONCEITUAL.

Alguns dos pesquisadores citados anteriormente além de contribuírem para identificar as concepções alternativas também deram contribuição na elaboração de propostas para lidar com elas utilizando-se várias estratégias e metodologias de ensino. Na literatura encontramos muitos trabalhos de pesquisa sobre o ensino de ciências mostrando que os estudantes aprendem melhor quando participam

ativamente das atividades de ensino baseadas em investigação (CARVALHO e TEIXEIRA, 1985); (MUNFORD e LIMA, 1996); (AZEVEDO, 2006); (BATISTA, 2010); (ZÔMPERO e LABURÚ, 2011); (CARVALHO, 2013); (CARVALHO, 2006). Nos próximos parágrafos estão descritos alguns dos trabalhos que têm maior relevância para este estudo.

Os resultados obtidos por Trowbridge e McDermott (1980) e Trowbridge e McDermott (1981) contribuíram para o desenvolvimento de um novo currículo de cinemática, voltado para enfrentar as dificuldades específicas que foram levantadas. Os esforços demandados para a construção deste currículo não serão descritos aqui, porém os autores sugerem alguns procedimentos que podem ser eficazes. Por exemplo, professores obtiveram um bom resultado em turmas nas quais promoveram um confronto com as ideias que os alunos tinham sobre velocidade e posição. As atividades de laboratório foram projetadas para atender às dificuldades conceituais estabelecendo, de forma satisfatória, conexões entre os novos conceitos e aqueles que já eram familiares para os alunos.

Em um estudo desenvolvido por Carvalho e Teixeira (1985), após o levantamento das concepções dos estudantes, eles foram colocados em contato com um aparato experimental no qual puderam simular diferentes movimentos, verificar suas hipóteses iniciais e, conseqüentemente, mudar suas respostas. Essas autoras concluíram que, apesar de alguns alunos mudarem suas concepções alternativas para ideias cientificamente aceitas, tal observação não é suficiente para concluir que o método que foi usado é ideal para a promoção da mudança conceitual.

Em outro estudo, Peduzzi e Peduzzi (1985) sugerem que um eficiente método de ensino que promova a evolução conceitual dos estudantes é coloca-los diante de situações nas quais eles percebam que suas concepções alternativas são insuficientes para resolver ou alcançar os resultados corretos dos problemas apresentados. Nessa situação, os alunos são obrigados a recorrer as ideias cientificamente aceitas e a evoluir suas próprias concepções. Em 1983, Zylbersztajn chegou à mesma conclusão, ou seja, que uma boa metodologia de ensino seria colocar os alunos frente a situações nas quais suas concepções alternativas são

incapazes de resolver o problema ou explicar o fenômeno. Em seu trabalho, o autor sugere a seguinte sequência, etapas a serem desenvolvidas durante as atividades:

- 1- Criar uma situação que induza os alunos a invocarem suas concepções a fim de interpretá-las.
- 2- Encorajá-los a descreverem verbalmente e através de figuras as suas ideias.
- 3- Ajudá-los a enunciarem de modo claro e conciso as suas ideias.
- 4- Encorajar o debate sobre os prós e contras de diferentes interpretações dos alunos.
- 5- Criar um conflito cognitivo entre as concepções iniciais apresentadas pelos alunos e algum fenômeno que não possa ser explicado pelas mesmas.
- 6- Apoiar a busca de uma solução e encorajar sinais de uma acomodação de ideias.
- 7- Encorajar a elaboração da nova concepção quando esta for proposta.

Carvalho (2013) aposta em uma metodologia de ensino baseada na investigação, a qual denominou de "sequências de ensino investigativas" (SEIs). Segundo a autora, elas dão a oportunidade aos alunos de confrontarem suas concepções alternativas com os resultados obtidos através de um processo de investigação que não necessariamente tem que ser experimental. Nesta metodologia de ensino é proposto um problema/questão que os alunos têm que resolver. Durante a resolução do problema/questão eles vão levantando e testando hipóteses e, ao final, através de alguns passos característicos desta metodologia, o professor leva os alunos a conscientizarem de "como" e "por que" do resultado alcançado.

Para que isso ocorra é necessária uma (re) elaboração dos processos de ensino-aprendizagem que vai desde uma mudança dos papéis assumidos pelo professor (transmissor) e pelo aluno (receptor), até a utilização de novas metodologias que possibilitem, ao aluno, construir seu próprio conhecimento tendo o professor como mediador do processo (WILSEK e TOSIN, 2012).

De acordo com Carvalho (et al, 1998) só pode ser chamado de "ensino" quando esse realmente conseguir fazer o aluno aprender. Então, todos os esforços do professor devem ser direcionados para a aprendizagem do estudante. O professor

deve estar consciente que ele é um dos responsáveis pela aprendizagem de seus alunos.

Para que o professor tenha sucesso em ensinar ele deve levar em conta alguns aspectos já conhecidos pelas pesquisas em ensino de ciências. São eles: reconhecer a existência de concepções alternativas; saber que os conhecimentos são respostas a questões e conhecer o caráter social da construção do conhecimento científico (CARVALHO *et al*, 1998).

Ensinar Ciências por Investigação significa inovar, mudar o foco da dinâmica da aula deixando de ser uma mera transmissão de conteúdo, fazer com que os alunos participem ativamente da aula assumindo parte da responsabilidade do processo de ensino. O professor, ao assumir este papel, deverá acompanhar as discussões, provocar novas questões, questionar e conduzir o processo de ensino. A partir daí busca-se a construção do conceito científico contrapondo as ideias que os estudantes têm (concepções alternativas) com as teorias científicas.

Um ensino que vise à aculturação científica deve ser tal que leve os estudantes a construir o seu conteúdo conceitual participando do processo de construção e dando oportunidade de aprenderem a argumentar e exercitar a razão, em vez de fornecer-lhes seus próprios pontos de vista transmitindo uma visão fechada das ciências (CARVALHO, 2006, p. 3).

Acredita-se que, quando se utiliza a investigação científica no ensino de física, o aluno aprende os conteúdos através de atividades de ensino que nascem de uma necessidade de aprender desencadeada por situações-problema que os possibilita a agirem como solucionadores de problemas: definindo ações, escolhendo os dados e fazendo uso de ferramentas que sejam adequadas para a solução da situação posta. Ou seja, o aluno é conduzido a **“Aprender a resolver e resolver para aprender”** (WILSEK e TOSIN, 2012, p. 5), implica em mobilizá-lo para a solução de um problema e a partir dessa necessidade, que ele comece a produzir seu conhecimento por meio da interação entre pensar, sentir e fazer. Criar atividades investigativas para a construção de conceitos é uma forma de oportunizar ao aluno participar em seu processo de aprendizagem (AZEVEDO, 2006); (WILSEK e TOSIN, 2012).

Então, uma boa estratégia de ensino/aprendizagem é a do ensino por investigação com o uso de sequências de atividades investigativas. Acredita-se que este tipo de metodologia contribui para a evolução conceitual dos estudantes aproximando suas concepções das ideias aceitas cientificamente

Este trabalho de mestrado tem como objetivo propor atividades experimentais baseadas nesta metodologia de ensino, acredita-se que as (SEIs) são uma boa maneira de tentar promover uma evolução conceitual, aproximando as concepções alternativas dos estudantes das concepções cientificamente aceitas.

2.5 MUDANÇA CONCEITUAL

As pesquisas em ensino que abordam as concepções alternativas assumem que a mente do cientista e a do aluno têm, em algum sentido, formatos incompatíveis, utilizam linguagens diferentes e interpretam diferentemente a natureza. Então, para que os alunos aprendam os conceitos científicos é preciso um abandono de suas concepções alternativas e uma apropriação dos conceitos científicos (POZO e CRESPO, 2009).

Uma estratégia didática que vise a "mudança conceitual" dos estudantes deve ter como objetivo o abandono das concepções alternativas e sua substituição pelas ideias científicas. A avaliação inicial feita com alunos deve indicar a presença das concepções alternativas e em uma avaliação final essas concepções não devem ser mais apresentadas pelos estudantes, apenas conhecimento cientificamente aceito. Então, o êxito da estratégia seria medido pelo nível de abandono das concepções alternativas iniciais dos estudantes.

Da mesma forma que outros autores citados anteriormente, Pozo e Crespo (2005) também apontam o papel de promoção de conflitos cognitivos, ou seja, os alunos são postos em contato com situações problemas em que suas concepções alternativas não são suficientes para resolverem. Assim, a partir da insatisfação do estudante com as suas concepções, são apresentados os conceitos científicos e, a partir desse conhecimento, é possível que ele resolva o problema. Daí em diante ele substituiria seus conhecimentos prévios pelos científicos (POZZO e CRESPO,

2009). No entanto, os autores ressaltam que existem condições para que a mudança conceitual ocorra. São elas:

- a) que o aluno esteja insatisfeito com suas concepções alternativas;
- b) que disponha de uma nova concepção inteligível;
- c) que essa nova concepção lhe pareça plausível;
- d) que a nova concepção se mostre mais frutífera ou produtiva que a concepção alternativa original.

As consequências dessa aproximação entre as ideias científicas e ideias das crianças não tardariam a aparecer. [...] essa proximidade reforça a crença de que as ideias alternativas das crianças poderão ser transformadas em ideias científicas, desde que exposta a situações de conflitos, normalmente propiciadas por "experimentos cruciais". O monitoramento desse processo levará à superação do conflito, seja pelo abandono das ideias anteriores, seja por sua subsunção as ideias científicas, mais poderosas. (MORTIMER, 1996, p. 23).

Para Mortimer (1996) as estratégias de ensino com essa perspectiva de mudança conceitual revivem o empirismo ao acreditar que as concepções alternativas dos estudantes poderiam ser modificadas a partir de experimentos. Segundo ele, essa perspectiva que concede ao ensino um olhar individual, tentativa de dar sentido a ideias e concepções individuais, corresponde a uma epistemologia empirista e aristotélica, o conhecimento é gerado no interior de um observador como um reflexo do mundo que o rodeia.

Contudo, ao longo dos anos, as estratégias de ensino com enfoque na mudança conceitual se mostraram pouco eficientes em atingir seu objetivo. Como disse Druit:

É preciso afirmar que não há nem um único estudo na literatura de pesquisa sobre concepções dos estudantes no qual uma concepção concreta das que estão profundamente enraizadas nos alunos tenha sido extinta e substituída por uma nova ideia. A maioria das pesquisas mostra que há apenas um sucesso limitado em relação à aceitação dessas ideias novas e que as velhas ideias continuam basicamente "vivas" em contextos particulares. (DRUIT, 1999 *apud* POZZO e CRESPO, 2009. p.125).

Portanto, uma possível causa do fracasso das estratégias de ensino baseadas na mudança conceitual é o fato de implicarem no abandono das concepções alternativas, algo que não é fácil de conseguir e que também pode não ser

conveniente, haja visto que esses conhecimentos atendem as necessidades dessas pessoas.

Uma pessoa com formação científica poderia rir da ingenuidade do pensamento infantil, capaz de inventar a entidade frio em contrapartida ao calor, e de distinguir duas formas de "energia" que podem fluir de um corpo ao outro [...]. No entanto, no seu cotidiano, essa pessoa continuará a usar esses conceitos de uma forma muito natural. Mesmo porque soaria pedante alguém afirmar que "vestiu uma blusa de lã porque ela é um bom isolante térmico, impedindo que o corpo ceda calor para o ambiente". (MORTIMER, 1996. p.26)

Ou seja, não é de bom senso uma pessoa suprimir totalmente suas concepções alternativas, pois poderia acarretar para essa mesma pessoa um prejuízo social, já que não se comunicaria de forma clara com os outros membros, não cientistas, da sua comunidade.

Uma proposta mais tangível seria a de um desenvolvimento ou evolução conceitual, na qual os estudantes incorporariam os conceitos científicos em suas estruturas cognitivas pré-existentes e assim adquiririam diferentes tipos de conhecimento ou representações para tarefas ou situações diversas.

Alguns autores (POZO e CRESPO, 2002), (MORTIMER, 1996), (LINDER, 1993 *apud* MORTIMER, 1996) aceitam a ideia da independência entre as formas de conhecimento alternativo e científico, de modo que não seria necessária a substituição de uma forma pela outra e sim uma clareza de em quais situações usar cada uma destas formas de pensar. Com isso, além de saber em quais situações usar suas concepções alternativas ou os conhecimentos científicos, os alunos devem ser capazes de aprender modelos mais complexos sob a luz destes conhecimentos cientificamente aceitos e de fazer previsões corretas sobre os fenômenos naturais.

Em outro trabalho Mortimer (1994 *apud* MORTIMER, 1996) reforça a ideia de que o ensino como uma substituição das concepções alternativas dos alunos por conceitos científicos não é adequada. O autor aponta a possibilidade de que uma pessoa possa usar diferentes formas de pensar em diferentes domínios. As concepções alternativas podem e devem coexistir com os conceitos científicos.

A ideia de evolução conceitual é defendida neste trabalho de mestrado, existem muitos outros trabalhos, como discutido aqui, que mostram como as concepções alternativas são persistentes, então, a permanência e o convívio destas concepções alternativas com as ideias científicas fornece um contexto de ensino apropriado. Além disso, contribui para ampliar o repertório de conceitos que os alunos têm e, ainda, fornece subsídios para que os alunos saibam utilizá-los corretamente.

Essa noção permite entender a evolução das ideias dos estudantes em sala de aula não como uma substituição de ideias alternativas por ideias científicas, mas como uma evolução de um perfil de concepções, em que as novas ideias adquiridas no processo de ensino-aprendizagem passam a conviver com as ideias anteriores, sendo que cada uma delas pode ser empregada no contexto conveniente. Através desta noção é possível situar as ideias dos estudantes num contexto mais amplo que admite sua convivência com o saber escolar e com o saber científico (MORTIMER, 1996, p. 23).

A consideração de uma evolução conceitual a partir das concepções alternativas também está presente na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. Segundo Ausubel (1980 *apud* Pozo e Crespo, 2009, p 86, para que ocorra uma "aprendizagem significativa", o novo conceito tem que se "ancorar" aos conceitos já existentes estrutura cognitiva dos alunos quando submetidos à instrução em sala de aula. Isso leva a uma modificação do conhecimento que os alunos já possuíam, resultando em um conceito novo/modificado e mais abrangente. De acordo com Ausubel (1980 *apud* Pozo e Crespo, 2009, p 86), "[...] o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos". Ou seja, o professor deve investigar o que o aluno já conhece sobre o assunto com a intenção de escolher a melhor estratégia de ensino, [...] porque toda tentativa de dar significado apoia-se não apenas nos materiais de aprendizagem, mas nos conhecimentos prévios ativados para dar sentido a esses materiais (POZO e CRESPO, 2009, p. 86). Portanto, sempre que uma pessoa tenta compreender algo novo, precisa ativar seus conhecimentos prévios para dar suporte e organização aos novos conceitos. Todavia, mesmo que os aprendizes incluam os novos conceitos aos seus conhecimentos prévios, não é garantia de uma aprendizagem correta dos conceitos científicos.

O objetivo do aprendizado significativo é que, na interação entre os materiais de aprendizagem e os conhecimentos prévios ativados para dar-lhe sentido, esses conhecimentos prévios sejam modificados, fazendo surgir um novo conhecimento; contudo, com maior frequência que a explicação ausubeliana do aprendizado significativo faria supor, quando os alunos tentam compreender uma nova situação a partir de seus conhecimentos prévios, o que muda é essa nova informação, que é interpretada em termos dos conhecimentos prévios, sem que eles sofram praticamente nenhuma modificação (POZO e CRESPO, 2009, p 87).

Ou seja, a aprendizagem é significativa, porém não é cientificamente correta. A resistência das concepções alternativas em modificar-se e a insistência dos alunos em assimilar os aprendizados escolares às suas próprias concepções, fez surgir um consenso entre os pesquisadores em ensino de que as concepções alternativas estão presentes em todos os níveis de escolaridade e que estão muito enraizadas. Portanto, é muito difícil, para o professor, mudar essas concepções para o conhecimento científico.

3 ATIVIDADES INVESTIGATIVAS

3.1 CONTEXTO HISTÓRICO

O ensino de ciências passou e continua passando por mudanças no objetivo e na metodologia de ensino ao longo dos anos. Durante muito tempo na história do ensino, até início do século XX, o currículo escolar europeu e norte americano enfatizavam as disciplinas de matemática e gramática, e o ensino de ciência começava a despontar como uma disciplina importante para a formação dos indivíduos. Alguns cientistas americanos, desta época, defendiam que a ciência era uma disciplina diferenciada, pois proporcionava ao aluno a possibilidade de desenvolver uma lógica indutiva (BORGES e RODRIGUES, 2008); (BATISTA, 2010); (ZÔMPERO e LABURÚ, 2011).

A lógica indutiva começa com a observação detalhada do fenômeno a fim de construir generalizações. Com isso, os estudantes tem que aprender a observar o mundo natural e formular conclusões a partir de suas observações. Esse raciocínio foi uma das justificativas para o surgimento de práticas de ensino que envolviam a utilização do laboratório numa proposta investigativa (CHALMERS, 2000 *apud* ZÔMPERO e LABURÚ, 2011).

Um dos pioneiros nesta perspectiva de ensino foi o filósofo americano *John Dewey*. Essa perspectiva de ensino teve a preocupação de estimular as atividades investigativas no ensino de ciências e foi influenciada por ideias de Piaget e Vigotsky. Para Dewey, as aulas de ciências tradicionais nos Estados Unidos no final do século XIX tinham como objetivo "memorizar conteúdos". Por isso, sua proposta consiste em um processo de ensino no qual o estudante traz para a sala de aula suas experiências vivenciadas ao longo da vida, e por meio das reflexões, com ajuda do professor e com a participação dos outros alunos, as experiências são reconstruídas aproximando-as das de um cientista (ZÔMPERO e LABURÚ, 2011).

Dewey apresenta o seguinte exemplo de como as experiências contribuem para a aprendizagem promovendo modificações significativas na compreensão do aprendiz:

Uma árvore pode ser somente um objeto da experiência visual, pode passar a ser percebida de outro modo se entre ela e a pessoa se processarem outras experiências como a utilidade, aspectos medicinais, econômicos, etc. Isso fará o indivíduo perceber a árvore de modo diferente. Depois dessa experiência, o indivíduo e a árvore são diferentes do que eram antes. (DEWEY, 1980, p. 114 apud ZÔMPERO e LABURÚ, 2011, p. 70).

A metodologia de ensino proposta por Dewey ficou conhecida como *inquiry*. A inclusão dessa metodologia na educação científica americana foi proposta pelo livro *Logic: The Theory of Inquiry*, publicado em 1938. Para Dewey, havia na educação científica muita ênfase no ensino de fatos, sem estimular o raciocínio e as habilidades mentais. Segundo ele, o aluno deveria participar ativamente de sua aprendizagem, por isso, deveriam propor um problema para investigarem aplicando seus conhecimentos de ciências aos fenômenos naturais (BORGES e RODRIGUES, 2008; ZÔMPERO e LABURÚ, 2011).

Assim, na primeira metade do século XX, a educação foi voltada para os valores sociais – problemas relacionados à imigração, crescimento da urbanização e da indústria e deficiência na saúde pública. Nesta época o *inquiry* assumiu um importante papel de desenvolver habilidades necessárias para resolver problemas de relevância social, ao invés de apenas desenvolver nos alunos habilidades de raciocínio (BORGES e RODRIGUES, 2008).

[...] para preparar os estudantes para a vida, a educação formal deveria dar a eles habilidades para formular questões significativas sobre os problemas sociais (ZÔMPERO e LABURÚ, 2011, p.71).

Em 1957 os soviéticos lançaram o satélite artificial Sputnik 1, o que provocou nos americanos uma corrida espacial na qual o maior objetivo era "ganhar dos soviéticos a todo custo". Os Estados Unidos tinham que enviar uma missão tripulada à lua primeiro. Com isso, a educação americana passou por uma revolução. Os cientistas, educadores e líderes industriais, argumentaram que o Ensino de Ciências tinha perdido parte da sua força e não estava possibilitando o desenvolvimento intelectual dos alunos, já que o ensino estava enfatizando aspectos de relevância social. A educação científica, naquele período, estava centrada demais no aluno e, por isso, havia perdido o rigor acadêmico (BORGES e RODRIGUES, 2008); (BATISTA, 2010); (DEBOER, 2006 apud ZÔMPERO e LABURÚ, 2011).

Sendo assim, o ensino americano voltou a ter um formalismo tradicional no qual a ênfase novamente, encontrava-se nos processos de Ciências e habilidades individuais como: observar; classificar; inferir, e controlar variáveis (BARROW, 2006 *apud* ZÔMPERO e LABURÚ, 2011). O principal papel das escolas deveria ser o treinamento de uma inteligência disciplinada e a transmissão da herança cultural. A crítica era de que a educação científica estava centrada demais nos estudantes, e era necessário o retorno a uma disciplina mais intransigente.

Nessa reforma o conteúdo e a prática foram considerados inseparáveis na educação científica e os alunos deveriam aprender como os cientistas chegavam às conclusões, ao invés de terem tais conclusões prontas, dadas pelo professor. Assim, a pretensão era a promoção de um ensino com o principal objetivo de formar cientistas. A educação científica proposta foi muito parecida com a proposta do século XIX. A diferença foi que, naquele século, havia uma preocupação com o desenvolvimento pessoal do aluno e com o desenvolvimento da nação americana (DEBOER, 2006 *apud* ZÔMPERO e LABURÚ, 2011). Além disso, a utilização de investigação no ensino permitiu aos alunos entenderem os processos da ciência.

Neste período aconteceram os "grandes projetos" americanos BSCS (Biological Sciences Curriculum Study) e PSSC (Physical Science Study Committee), SCIS (Science Curriculum Study) e o ESS Elementary Science Study (Elementary Science Study). Os líderes deste movimento acreditavam que a ciência deveria ser ensinada tal como ela era praticada pelos cientistas, de forma a torná-la mais autêntica (BORGES e RODRIGUES, 2008); (BATISTA, 2010).

Na década de 1970 muitas críticas começaram a aparecer ao ensino voltado à formação de cientistas e, assim, as ideias construtivistas começaram a ganhar força. Surgiu o movimento das concepções alternativas, que tinha como principal objeto o estudo das ideias que os alunos tinham sobre os fenômenos naturais, e como essas concepções interferiam no processo de aprendizagem. O objetivo da educação científica passou a ser principalmente fazer com que os alunos mudassem suas concepções alternativas de modo a se tornarem iguais as dos cientistas (BORGES e RODRIGUES, 2008); (ZÔMPERO e LABURÚ, 2011).

Ainda naquela década, o meio ambiente, devido a grande industrialização do mundo, passou por agravos significativos e com isso, o ensino de ciência passou novamente a se preocupar com os aspectos sociais relativos ao desenvolvimento científico e tecnológico. Nesse contexto, as atividades investigativas passaram a serem utilizadas como uma metodologia de ensino voltada a ajudar os estudantes a pesquisar problemas sociais como o aquecimento global, a poluição do ar, poluição das águas dentre outros. Sendo assim, o objetivo da educação científica passou a ser o entendimento dos conteúdos, dos valores culturais, da tomada de decisões relativas ao cotidiano e à resolução de problemas (ZÔMPERO e LABURÚ, 2011).

Diante desta situação, na década de 1980, foi elaborado um documento nos Estados Unidos intitulado *Science For All Americans* (AAAS, 1989). Nesse documento, os autores recomendavam que o Ensino de Ciências deveria ser coerente com a natureza da investigação científica. Os estudantes, então, teriam que aprender determinados procedimentos como: observar, anotar, manipular, descrever, fazer perguntas e tentar encontrar respostas para as perguntas.

Outro documento americano, o *National Science Education Standards* (NRC) ou Parâmetros Curriculares Nacionais Norte-Americanos para o Ensino de Ciências, publicado em 1996, propôs algumas orientações para a alfabetização científica, reconhecendo também a importância do ensino por investigação (BORGES e RODRIGUES, 2008); (BATISTA, 2010); (ZÔMPERO e LABURÚ, 2011).

Um breve exame desse documento revela a preocupação em fomentar um ensino de ciências por investigação naquele país. Entre alguns parâmetros que estão neste documento, vale ressaltar parâmetros para as áreas ciências da natureza e suas interseções (Conceitos Unificadores, Ciências Físicas, Ciências Biológicas, Ciências da Terra e do Espaço); parâmetros que buscavam relacionar as ciências da natureza com seus aspectos sócios culturais ou discussões oriundas das ciências humanas (Ciência e Tecnologia, Ciências sob a perspectiva pessoal e social, História e Natureza da Ciência); parâmetros especificamente voltados para o ensino de ciências por investigação. Os últimos tinham como objetivo orientar o professor no sentido de desenvolver, entre os estudantes de ciências, habilidades para fazer

investigações científicas e uma melhor compreensão sobre a investigação científica (MUNFORD e LIMA, 2007); (BORGES e RODRIGUES, 2008).

Outro documento publicado nos Estados Unidos, intitulado “Investigação e os Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências: Um Guia para Ensino e Aprendizagem” (*Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*), elaborado em 2000, teve como preocupação central levar ao professor estratégias para trazer o ensino por investigação para as salas de aula (MUNFORD e LIMA, 2007).

Muitas destas novas metodologias de ensino não causaram impacto imediato no Brasil. Em 1967 os materiais desenvolvidos nos "grandes projetos" começaram a serem utilizados no país. A tradução desses projetos norte americanos para o português foi em grande medida responsável pelas bases da educação científica presente nos projetos atuais (BORGES e RODRIGUES, 2008). Porém, só em 1997 a abordagem do ensino envolvendo atividades de investigação passou a ser incorporada nos Parâmetros Curriculares Nacionais. Essa metodologia de ensino ainda não está consolidada no Brasil (SÁ *et al*, 2007 *apud* ZÔMPERO e LABURÚ, 2011). De acordo com Borges (2002), uma possível explicação para isso é o fato de que os professores brasileiros não se sentem seguros em atividades experimentais e nem serem incentivados a realizá-las.

Curiosamente, várias das escolas dispõem de alguns equipamentos e laboratórios que, no entanto, por várias razões, nunca são utilizados, dentre às quais cabe mencionar o fato de não existirem atividades já preparadas para o uso do professor; falta de recursos para compra de componentes e materiais de reposição; falta de tempo do professor para planejar a realização de atividades como parte do seu programa de ensino; laboratório fechado e sem manutenção (BORGES, 2002, p. 294).

Outro problema é que o ensino de ciências no Brasil é voltado a provas de concursos como, por exemplo, o vestibular, Enem e outros. Este fato, aliado à carga horária de aulas extremamente alta dos professores, em muitos casos até sessenta aulas semanais, faz com que as aulas de laboratório se tornem impraticáveis. Muitos professores até se dispõem a enfrentar isso, improvisando aulas práticas e demonstrações com materiais caseiros, mas acabam cansando dessa “tarefa inglória”, especialmente em vista dos resultados insatisfatórios que alcançam

(BORGES, 2002). Além disso, os professores alegam problemas de gerenciamento da turma, dificuldades para satisfazerem as demandas das tarefas, problemas com equipamentos e materiais necessários, dúvidas sobre o que fazer para que as investigações funcionem como planejado e insegurança em lidar com experimentos propostos pelos alunos (BORGES e RODRIGUES, 2008). Nada diferente do que acontece quando os professores são indagados sobre o que os impede de usar o laboratório e atividades de campo em suas aulas de ciências (BORGES, 2002).

Em resumo, pode-se dizer que historicamente no Brasil, as atividades investigativas são pouco utilizadas nas salas de aula. Atualmente, embora tenha um movimento a favor de sua utilização, ainda não fazem parte das atividades planejadas pela maioria dos professores.

3.2 AS TEORIAS DE PIAGET, VIGOTSKY E AS ATIVIDADES INVESTIGATIVAS

Atualmente vivemos em uma época de grande crescimento na produção de conhecimento. Isso tornou impossível ensinar tudo a todas as pessoas e levou, e ainda tem levado, à discussões a respeito da necessidade de se valorizar a qualidade do conhecimento ao invés da quantidade. Nesse contexto, o ensino de ciências tinha que passar por uma mudança para poder se adequar melhor à nova realidade.

Muitos trabalhos influenciaram os processos de mudança do ensino, porém, os que tiveram maior relevância foram as pesquisas e as teorizações feitas pelo epistemólogo Piaget e seus colaboradores e, também, os conhecimentos produzidos pelo psicólogo Vigotsky e seus seguidores (CARVALHO, 2013).

Piaget procurou entender como os indivíduos constroem seu conhecimento, principalmente o científico. Para isso partiu de análises de dados retirados de entrevistas com crianças e adolescentes (CARVALHO, 2013).

Ele percebeu que, ao longo da vida, os indivíduos constroem explicações sobre os fenômenos que os cercam (concepções alternativas), e que essas explicações são persistentes, como já citado neste trabalho. A fim de tentar modificar essa maneira de pensar Piaget propôs a ideia de ensinar a partir de um problema.

Ao trazer esse conhecimento para o ensino em sala de aula, esse fato - propor um problema para que os alunos possam resolvê-lo vai ser o divisor de águas entre o ensino expositivo feito pelo professor e o ensino em que proporciona condições para que o aluno possa raciocinar e construir seu conhecimento [...]. Ao fazer uma questão, ao propor um problema, o professor passa a tarefa de raciocinar para o aluno e sua ação não é mais a de expor, mas de orientar e encaminhar as reflexões dos estudantes na construção do novo conhecimento (CARVALHO, 2013, p.2).

Apenas fazendo uma explicação superficial, para Piaget, a construção do conhecimento pode ser explicada por mecanismos como equilíbrio, desequilíbrio e reequilíbrio (CARVALHO, 2013). Os indivíduos interagem com o mundo através de esquemas mentais, por exemplo, quando se mede uma distância a mente usa o esquema “medir” para assimilar a situação. Observa-se que o esquema medir não se modifica, esse processo Piaget chamou de assimilação (MORREIRA, 1999). Em algumas situações na qual o indivíduo não possui um esquema prévio ele acaba reagindo da seguinte maneira, ou desiste ou se modifica. Quando o indivíduo escolhe se modificar ocorre então a acomodação. A acomodação é o processo em que as pessoas criam novos esquemas de assimilação ampliando seus conhecimentos, após a acomodação a estrutura cognitiva do indivíduo volta ao estado de equilíbrio, esse equilíbrio se chama equilíbrio (MORREIRA, 1999).

Então podemos perceber que para Piaget o aprendizado acontece quando a mente amplia seus esquemas de assimilação, e essa ampliação só é conseguida através da acomodação.

[...] de acordo com Piaget, só há aprendizagem quando há acomodação, ou seja, uma reestruturação da estrutura cognitiva (esquemas de assimilação existentes) do indivíduo, que resulta em novos esquemas de assimilação. (MORREIRA, 1999, p. 102)

A desequilíbrio ocorre no momento que o equilíbrio é rompido por experiências não assimiláveis forçando o organismo se reestruturar (reequilíbrio). Essa teoria tem uma importante implicação no ensino, é preciso promover um desequilíbrio nos estudantes pra que eles procurem o reequilíbrio, ou seja, se reestruture cognitivamente e aprenda (MORREIRA, 1999).

Então, a ideia de propor um problema para dar início ao processo de ensino, tem a função primordial de desequilibrar o conhecimento demonstrado pelos alunos. Isso

acontece quando os alunos tentam resolver um problema proposto usando suas próprias concepções alternativas e verificam que elas são incoerentes ou insuficientes para alcançar o resultado desejado. Então o estudante é levado a pensar em outra forma de resolver o problema, e é neste momento que ele, com orientação do professor, constrói o novo conhecimento. Essa etapa denomina-se reequilíbrio.

Considerando as etapas de desequilíbrio e reequilíbrio, percebe-se que a teoria de Piaget está fortemente ligada a ideia de que qualquer novo conhecimento tem origem em um conhecimento anterior. Essa afirmação se tornou base para todas as teorias construtivistas de aprendizagem e revolucionou o planejamento do ensino, uma vez que não é possível iniciar nenhuma aula, nenhum novo tópico, sem procurar saber o que os alunos já conhecem ou como eles entendem as propostas a serem realizadas (CARVALHO, 2013).

Segundo Carvalho (2013), durante a reequilíbrio, há condições muito importantes que devem ser seguidas para o ensino e a aprendizagem escolar. Em primeiro lugar destaca-se a importância da passagem da ação manipulativa para a ação intelectual, principalmente em atividades desenvolvidas por crianças e jovens. Em segundo lugar, a importância da "tomada de consciência de seus atos nessas ações". Ou seja,

Diante disso, é necessário que o problema proposto na atividade inclua um experimento, um jogo ou mesmo um texto. A passagem da ação manipulativa para a construção intelectual do conteúdo deve ser feita com ajuda do professor, que por meio de questionamentos vai guiando os alunos a construir o conhecimento cientificamente aceito e a tomarem consciência de suas ações ao longo da atividade e das causas que levaram ao resultado.

Nesta fase o professor deve perceber a importância do erro. Durante a resolução do problema os alunos testam suas concepções alternativas e provavelmente erram, refletem sobre seus erros, repensam outra maneira de resolver o problema e a testam reiniciando o processo até obterem êxito. O erro quando superado pelo raciocínio dos próprios alunos tem um grande potencial de ensiná-los (Carvalho, 2013).

O objetivo de Piaget é analisar como se dá a aquisição de conhecimento de um indivíduo, não se importando com a interação deste com o meio em que vive (sociedade), nem com outras pessoas. Embora sua teoria seja muito utilizada no contexto escolar, em uma realidade na qual, as salas de aulas têm de 30 a 50 alunos - ou até mais do que isso em alguns casos – Piaget focava o desenvolvimento cognitivo sem se preocupar com as interações sociais. É nessa ocasião, na construção social do conhecimento, que temos de levar em consideração os saberes produzidos por Vigotsky.

Vigotsky teorizou que os indivíduos aprendem muito a partir das interações com outras pessoas e com a sociedade que o cerca, “as mais elevadas funções mentais do indivíduo emergem de processos sociais” (VIGOSTSKY *apud* WILSEK e TOSIN, 2012).

Diferentemente de Piaget, que supõe a equilíbrio como um princípio básico para explicar o desenvolvimento cognitivo, Lev Vigotsky (1896-1934) parte da premissa que esse desenvolvimento não pode ser entendido sem referência ao contexto social e cultural no qual ele ocorre. Quer dizer, o desenvolvimento cognitivo não ocorre independentemente do contexto social, histórico e cultural (MOREIRA, 1999, p. 109).

Segundo Vigotsky, o aprendizado, chamado por ele de processos mentais superiores, têm origem em processos sociais e, portanto, o desenvolvimento cognitivo do aluno acontece por meio do convívio social. Ou seja, não é por meio do desenvolvimento cognitivo que o aluno consegue se socializar, é através das interações sociais que ele se desenvolve cognitivamente (MOREIRA, 1999; WILSEK e TOSIN, 2012; CARVALHO, 2013).

[...] Sem interação social, ou sem intercâmbio de significados, dentro da zona de desenvolvimento proximal do aprendiz, não há ensino, não há aprendizagem e não há desenvolvimento cognitivo (MOREIRA, 1999, p. 121).

Um exemplo dado por Moreira (1999) é o de uma criança pequena tentando pegar um objeto. A criança aponta para ele, e o significado nada mais era do que uma tentativa de pegar. Porém, quando alguém, ao ver a criança apontando (interação social), pega o objeto para ela ou a ajuda alcança-lo, o ato de apontar começa a ter outro significado. A criança aprende, pela interação social, o significado, socialmente compartilhado, do que significa apontar.

A interação professor-aluno e aluno-aluno assume uma importância muito grande na teoria de Vigotsky. Seu conceito de “zona de desenvolvimento proximal” (ZDP) define a distância entre o “nível de desenvolvimento real”, que é o conhecimento que já está consolidado nos aprendizes, e o “nível de desenvolvimento potencial”, que é o conhecimento que os alunos podem vir a adquirir com ajuda do professor ou de um colega.

A zona de desenvolvimento proximal define as funções que ainda não amadureceram, mas que estão no processo de maturação. É uma medida do potencial de aprendizagem, representa a região na qual o desenvolvimento cognitivo ocorre, é dinâmica, está constantemente mudando (MOREIRA, 1999, p. 116).

O objetivo do processo de ensino, segundo Vigotsky (MOREIRA, 1999; WILSEK e TOSIN, 2012; CARVALHO, 2013), é ampliar o “nível de desenvolvimento real” dos alunos. Assim, o trabalho em grupo é uma boa estratégia, já que, juntos (aluno-aluno) ou com o professor (professor-aluno), possam contribuir uns com os outros para desenvolverem seus conhecimentos, partindo do “nível de desenvolvimento potencial” para o “nível de desenvolvimento real”. Portanto, é fundamental que o trabalho em grupo favoreça a discussão entre os integrantes, para que, a partir delas, consigam chegar ao resultado esperado. Em hipótese alguma o trabalho deve ser dividido entre os membros do grupo para que cada um individualmente realize sua parte da tarefa. A esse respeito, Carvalho (2013) argumenta que, pelo fato de os alunos estarem na mesma zona de desenvolvimento real, o entendimento entre eles é mais fácil e é até mesmo mais fácil do que entender o professor. Assim, para a autora, o trabalho em grupo é uma atividade que pode ser utilizada pelo professor quando o objetivo do ensino for a construção do conhecimento pelos alunos, mas para isso não pode ser considerada como o “somatório dos trabalhos individuais” realizados por cada membro do grupo (CARVALHO, 2013).

Se o professor tiver como meta ensinar ciências aos seus alunos, ele deve criar um ambiente intelectualmente ativo que os envolva, organizar grupos cooperativos e facilitar o intercâmbio entre eles (CARVALHO *et al.*, 1998).

Outro importante pesquisador cujas ideias coincidem com os referenciais já descritos é Bachelard (1938 *apud* CARVALHO *et al.*, 1998, p. 156; AZEVEDO, 2006, p. 12 e

CARVALHO, 2013, p. 6) que propõem que todo conhecimento é a resposta de uma questão.

Surpreendeu-me sempre que os professores de Ciências, mais que os outros [...] não reflitam sobre o fato de que o adolescente chega à aula de Física com conhecimentos empíricos já constituídos: trata-se, assim, não de adquirir uma cultura experimental, e sim mais precisamente de mudar de cultura experimental, de derrubar os obstáculos já acumulados pela vida cotidiana (BACHELARD, 1938 apud CARVALHO, 2013, p. 6 e CARVALHO et al, 1998, p. 156).

No entanto, não deve ser uma questão qualquer. Ela deve estar no nível de compreensão, de desenvolvimento e de conhecimento dos alunos, para que eles consigam realizar a atividade. Além disso, deve fazer parte do seu cotidiano, para que se sintam motivados a resolvê-la e deve, ainda, permitir explorar suas concepções alternativas. Segundo Bachelard:

Se tivermos como objetivo um planejamento e uma proposta de ensino por investigação, não podemos utilizar o título problema inadequadamente. Da forma em que aparece nos livros didáticos, no item "problemas" encontramos normalmente exercícios de aplicação com "uma tendência ao operacionalismo (típico de exercícios repetitivos)", e não "investigação que suponha a ocasião de aplicar a metodologia científica". Em um curso de Física, torna-se de fundamental importância apresentar aos alunos problemas para serem resolvidos, pois essa é a realidade dos trabalhos científicos em todo mundo (BACHELARD, 1938 apud AZEVEDO, 2006, p. 19).

Em resumo, tentar provocar um avanço conceitual nas concepções alternativas dos alunos é uma tarefa muito difícil. Portanto, a proposta de Bachelard parece bem razoável, pois permite aos estudantes seguirem um planejamento de ensino no qual eles são forçados a pensar em como resolver um problema, levantando hipóteses e testando-as. Acredita-se que essa forma de trabalho pode substituir a realização de experimentos tradicionais, que seguem roteiros fechados, em que o papel do aluno no experimento é apenas ser um "coletor de medidas".

3.3 ATIVIDADES INVESTIGATIVAS E O ENSINO DE FÍSICA.

Seguindo as ideias e teorias até aqui apresentadas, torna-se necessário incluir no planejamento de um curso de física atividades que possibilitem aos alunos testarem suas hipóteses, verificar o comportamento de variáveis importantes para os conceitos estudados, debaterem em grupo e, utilizando os conhecimentos teóricos e

matemáticos, justificarem os resultados obtidos. Ou seja, incluir no planejamento atividades que tenham características de uma investigação científica. Porém, tentar aproximar o ensino de ciência com a ciência realizada nos laboratórios não é uma tarefa fácil. Segundo Munford e Lima (2007), existem alguns aspectos que devem ser levados em conta. Primeiramente é necessário pensar em termos dos objetivos. O principal objetivo da escola é promover a *aprendizagem* de um conhecimento científico já *consolidado*, enquanto, por outro lado, o principal objetivo da ciência acadêmica é *produzir novos* conhecimentos científicos. Em segundo lugar, segundo as autoras, deve-se pensar no espaço, pois, em um laboratório, encontram-se equipamentos sofisticados e um grande aporte tecnológico enquanto na sala de aula ou nos laboratórios escolares, esse aporte tecnológico é muito reduzido. Outro problema a ser considerado é o fato de os cientistas trabalharem com uma equipe especializada nos assuntos que investigam, seja em termos de domínio de teorias e estudos na área de atuação, ou seja, com relação à experiência com pesquisa científica. Nas escolas, ao contrário disso, trabalhamos com uma “equipe” pouco experiente nesse tipo de trabalho, além de apresentarem domínio limitado de teorias e estudos no campo (MUNFORD e LIMA, 2007).

Sugestão: Para Lewin e Lomascólo (1998, *apud* AZEVEDO, 2006), perceber o laboratório como um ambiente de investigação pode favorecer a motivação dos alunos. Isso porque a formulação de hipóteses, a realização do experimento, a coleta de dados e a análise dos resultados, poderão contribuir para que adquiram práticas manuais, curiosidade, desejo de experimentar e o mais importante, contribuirá para que duvidem de certas afirmações, confrontem resultados, e obtenham profundas mudanças metodológicas e atitudinais.

Pesquisas feitas com relação ao ensino/aprendizagem de ciências apontam que estudantes de todos os níveis aprendem com maior facilidade quando submetidos a uma metodologia que se baseia na investigação científica, parecida com a realizada em laboratórios científicos (CARVALHO, 1992; CARVALHO *et al.*, 1998; AZEVEDO, 2006; MUNFORD e LIMA, 2007; CARVALHO, 2013).

Os trabalhos de pesquisa em ensino mostram que os estudantes aprendem mais sobre a ciência e desenvolvem melhor seus conhecimentos

conceituais quando participam de investigações científicas, semelhantes às feitas nos laboratórios de pesquisas (Azevedo, 2006, p.19).

Munford e Lima (2007) apontam nessa mesma. Segundo elas, não é possível haver distanciamento entre o conhecimento que é ensinado na escola de como o conhecimento é utilizado pelos cientistas.

De acordo com esse argumento, seria impossível compreender, de fato, um conceito científico como, por exemplo, seleção natural, de forma desvinculada da investigação de problemas autênticos como aqueles examinados por biólogos evolutivos, inclusive Darwin. Afinal, o conhecimento não seria apenas sensível ao contexto de aprendizagem ou origem, mas verdadeiramente dependente desse contexto (MUNFORD e LIMA, 2007, p. 77).

Segundo Azevedo (2006), o ensino por investigação envolve processos mentais que são impulsionados pela nossa curiosidade e perseverança em resolver o problema, o que nos faz aprender os conceitos científicos. Para ela, é aconselhável que nas atividades investigativas exista um problema, sugerido ou não pelo professor, e que os alunos planejem e reflitam sobre os procedimentos seguidos para resolver esse problema.

3.3.1 Tipos de atividades investigativas

Existem alguns tipos de atividades investigativas que podem ser desenvolvidas com uma turma no ensino de ciências. Mais precisamente neste trabalho, que envolve o ensino de física, serão mostrados alguns tipos de atividades apresentadas por Carvalho (2013).

3.3.1.1 Atividade Experimental Investigativa:

Pode ser realizada no laboratório ou em qualquer ambiente que seja ideal para a realização do experimento. O professor sugere um problema a ser resolvido e, durante a resolução deste problema, os alunos manipulam um aparato experimental que pode ou não ter sido previamente montado pelo professor. Em alguns casos o professor pode pedir aos alunos que montem o experimento.

Durante a tentativa de resolver o problema o professor se mantém afastado, dando liberdade aos alunos para levantarem hipóteses, testá-las, discutirem as observações entre si, até chegarem ao resultado da "ação manipulativa".

Após a resolução do problema, o professor, por meio de questionamentos, leva os alunos, a discutirem em grupo o "como" e o "por que" o problema foi resolvido. Esta é a "passagem da ação manipulativa para a ação intelectual" (CARVALHO, 2013). É nesta etapa que se atinge a sistematização do conhecimento e na qual os alunos, em sua tentativa de explicar "o que" e o "por que" conseguiram resolver o problema, "aprendem a falar ciência" (CARVALHO, 2013).

Por último, o professor indica atividades nas quais o aluno, individualmente, escreve e/ou desenha sobre o que aprendeu na atividade investigativa proposta. Esta é a etapa da sistematização individual do conhecimento e a escrita é uma atividade complementar ao diálogo. O uso da escrita se apresenta como instrumento de aprendizagem "que realça a construção pessoal do conhecimento" (Oliveira e Carvalho, 2005).

3.3.1.2 Demonstração Investigativa:

É um tipo de atividade investigativa muito parecida com a atividade experimental e até segue as mesmas etapas. Porém, devido a perigos como risco de um choque elétrico ou de queimaduras, a experimentação é feita pelo professor. É importante que antes de realizar o experimento o professor, por meio de questionamentos do tipo "o que vocês acham que eu devo fazer?", deixe os alunos levatarem hipóteses e indicarem soluções que, então, serão realizadas pelo professor.

Não se pode esquecer que a atividade não termina na resolução do problema. É preciso passar da "ação manipulativa para a ação intelectual", e por meio de questionamentos do tipo "o que nós fizemos para resolver o problema?", "porque fazendo deste jeito funcionou?", o professor faz a sistematização do conhecimento tanto em grupo como individualmente (CARVALHO, 2013).

Segundo Azevedo (2006), as demonstrações experimentais podem contribuir muito para o ensino de Física, mas desde que sejam planejadas e realizadas como uma atividade de investigação dos fenômenos demonstrados, ao invés de serem apenas ilustração do que foi ensinado na teoria.

3.3.1.3 Problemas não Experimentais Investigativos:

Segundo Carvalho (2013), são atividades muito indicadas para o ensino fundamental, pelo fato dos alunos ainda não terem desenvoltura para atividades investigativas experimentais. O professor deve propor um problema e pedir aos alunos para trazerem figuras de revistas e/ou gravuras de *sítes* indicados na internet, recortes de notícias ou reportagem de jornais para a construção de um conceito. Pode ser também uma leitura de texto entregue pelo professor, no qual o aluno deve buscar a resposta para a questão proposta. A questão e o texto devem propiciar ao aluno o levantamento de hipóteses e por em teste suas concepções alternativas.

Neste tipo de atividade investigativa a ação manipulativa pode ser, por exemplo, a classificação das figuras em direção à resolução da questão proposta. Nesta fase os alunos, em grupos pequenos, levantam hipóteses e as testam. A passagem da ação manipulativa para a intelectual se dá em discussões em grupo, em resolução de questionários individuais e/ou escrita de textos explicando "como" e o "por que" dos resultados, sempre com auxílio do professor.

Em atividades deste tipo um objetivo que pode ser atingido é o de introduzir os alunos a outras linguagens das ciências, como tabelas e gráficos. Um exemplo de uma atividade não experimental investigativa que contemple esse objetivo seria analisar as informações técnicas que constam nos manuais de aparelhos eletro-eletrônicos. Nesses casos o importante não são os conceitos, mas a tradução da linguagem gráfica ou matemática em linguagem oral. As perguntas "como?" e "por quê?", na etapa da sistematização do conhecimento, devem ser direcionadas a esse objetivo.

Azevedo (2006) sugere dois tipos de atividades não experimentais voltadas para o ensino médio e superior: Questões abertas e Problemas abertos.

Questões abertas procuram propor, aos alunos, fatos relacionados com seu dia-a-dia e que cujas explicações envolvem os conceitos estudados na sala de aula. Visa colocar os alunos diante de situações em que devem desenvolver sua argumentação e redação. São questões nas quais o domínio matemático não é tão exigido, as habilidades/competências que o aluno deve demonstrar para atingir o

resultado esperado envolvem aplicar conceitos para a compreensão de fenômenos, selecionar e organizar informações para enfrentar a situações-problema e organizar informações e conhecimentos disponíveis para a construção de argumentações consistentes.

Esta atividade pode ser em grupo ou individual, pode ser em aula ou em prova e pode também ser apresentada como desafio para classe. Porém, é importante, se for o caso da atividade ser em grupo, que haja um registro escrito das respostas dadas durante a realização da mesma, para que os alunos organizem na memória as discussões que já foram realizadas (AZEVEDO, 2006).

Os problemas abertos são situações gerais apresentadas aos grupos ou classe, nas quais são discutidas desde as condições de contorno até as possíveis soluções para o problema apresentado. Esta atividade segue os mesmos passos das questões abertas, porém, diferentemente da atividade anterior, a formulação matemática é imprescindível.

O professor propõe um problema no qual os alunos primeiramente devem discutir de forma qualitativa. Devem buscar e elaborar hipóteses, testá-las e aplicar conceitos para a compreensão de fenômenos. Além disso, devem identificar situações de contorno e limites matemáticos de suas hipóteses e procurar as variáveis externas que influem nos resultados, ou seja, os alunos resolvem o problema qualitativamente e quantitativamente. Segundo Einstein:

Nenhum cientista pensa com fórmulas. Antes que o cientista comece a calcular, deve ter em seu cérebro o desenvolvimento de seus raciocínios. Estes últimos, na maioria dos casos, podem ser expostos com palavras simples. Os cálculos e as fórmulas constituem o passo seguinte (EINSTEIN *apud* AZEVEDO, 2006, p. 31).

Essa atividade demanda bastante tempo de aula, por isso, deve ser pensada tendo em vista o número de aulas necessárias para seu completo desenvolvimento e o número de aulas que o professor tem para trabalhar com a turma.

3.3.2 Contribuições das atividades investigativas para o aprendizado de física

O ensino de ciências, física, química e biologia tem se realizado por de aulas expositivas Os conteúdos são passados de forma pronta e acabada, dando um aspecto de que ciência é feita apenas por observações de pessoas muito inteligentes. O laboratório é um lugar onde os alunos vão apenas para confirmar na prática os conteúdos que viram na teoria e, muitas vezes, por meio de um experimento que segue um roteiro fechado. O resultado já é conhecido pelos estudantes antes mesmo do início do experimento, pois o objetivo é determinar valores tabelados nos livros ou apostilas. Não há oportunidade para os alunos levantarem hipóteses, e nem como serem críticos frente aos resultados encontrados. Como aponta Munford e Lima (2007):

Em tal modelo de ensino, poucas são as oportunidades de se realizar investigações e de argumentar acerca dos temas e fenômenos em estudo. O resultado é que estudantes não aprendem conteúdos das Ciências e constroem representações inadequadas sobre a ciência como empreendimento cultural e social (MUNFORD e LIMA, 2007, p.2).

Nas aulas teóricas os conceitos são apresentados de forma abstrata e distanciados do contexto que lhes deram origem. Este distanciamento ocasiona uma separação entre o que é aprendido, na sala de aula, e o modo como esse conhecimento é aprendido e utilizado pelos cientistas (MUNFORD e LIMA, 2007). As mesmas autoras descrevem as atividades dos estudantes como centradas na manipulação de símbolos e na resolução de problemas bem definidos, produzindo significados fixos e conceitos imutáveis.

Quando é dito Ensino de Ciências por Investigação, pretende-se sugerir alternativas de aulas de ciências, diferentes daquelas em que, o professor faz anotações no quadro, explica e os estudantes anotam e ouvem dissertar sobre um determinado tópico (MUNFORD e LIMA, 2007). Neste caso, o aluno assume um papel de expectador. A proposta é aproximar a forma como o ensino é realizado na sala de aula, com a forma como o conhecimento é produzido pelos cientistas. De acordo com argumentos propostos por (MUNFORD e LIMA, 2007, p.5) "*[...] seria impossível compreender, de fato, um conceito científico como, por exemplo, seleção natural, de forma desvinculada da investigação de problemas autênticos como aqueles examinados por biólogos evolutivos.*"

A curiosidade é uma característica natural do ser humano, está presente em todos nós, todas as interações do homem com a natureza é guiada pela curiosidade. Todos os autores até aqui apresentados concordam que todas as atividades humanas são guiadas pela curiosidade e pela investigação. Assim, nada seria mais “natural”, simples e espontâneo do que pensar em ensino de ciências como ensino de ciências por investigação.

Em se tratando das contribuições da proposta de ensino investigativa, pode-se destacar que ela fomenta o questionamento, o planejamento, a recolha de evidências, as explicações com bases nas evidências e a comunicação. Além disso, utiliza processos da investigação científica e conhecimentos científicos, podendo ajudar os alunos a aprenderem a fazer ciência (AZEVEDO, 2006). De acordo com Azevedo (2006) e Batista (2010), durante o desenvolvimento das atividades os alunos têm oportunidade de levantar hipóteses e isso traz a oportunidade de negociarem entre si. A negociação envolve a argumentação, a comunicação dos resultados, a partilha de ideias, a troca de exemplos e a aceitação por parte dos pares de que aquele conhecimento é válido. Esse processo é essencial para desenvolver os alunos e levá-los a compreender a importância de como se processa a construção do conhecimento científico.

A este respeito Freire (2009) *apud* Batista (2010) evidencia que:

O uso de atividades de investigação podem ajudar os alunos a aprender ciência, a fazer ciência e sobre ciência (BATISTA, 2010, p.91).

O ensino por investigação constitui uma oportunidade para os alunos construir novas concepções a partir dos conhecimentos anteriores. Então, para que um ensino por investigação contribua com o aumento dos conhecimentos dos alunos e estimule o seu envolvimento, é fundamental descobrir o que os alunos sabem sobre o conceito a ser estudado e usar essas ideias como ponto de partida para as investigações (BATISTA, 2010).

Neste trabalho, o foco são as sequências de ensino investigativas (SEIs) em aulas de física. Uma sequência de ensino investigativa (SEI) traz como uma de suas contribuições a autonomia do aluno, pois lhe proporciona a liberdade de "pensar e agir", o que favorece, entre outras características, o desenvolvimento da sua

autonomia (CARVALHO et al., 1998). Uma outra contribuição deste tipo de atividade é o fato de o aluno poder testar suas concepções alternativas e com isso dar possibilidade ao professor de criar o conflito cognitivo. Carvalho (1992) define esse conflito cognitivo como sendo um confronto entre as concepções alternativas dos estudantes e os resultados obtidos no experimento. Desse modo, por meio da observação e da ação, que são pressupostos básicos para uma atividade investigativa, os alunos podem perceber que suas concepções alternativas não estão totalmente de acordo com os conceitos cientificamente aceitos e, a partir disso, dar início ao processo de reconstrução do conhecimento.

Outra contribuição de uma SEI é proporcionar a participação do aluno de modo que ele comece a produzir seu conhecimento por meio da interação entre pensar, sentir e fazer. Segundo Azevedo (2006):

[...] a solução de problemas pode ser, portanto, um instrumento importante no desenvolvimento de habilidades e capacidades, como: raciocínio, flexibilidade, astúcia, argumentação e ação. Além do conhecimento de fatos e conceitos, adquirido nesse processo, há a aprendizagem de outros conteúdos: atitudes, valores e normas que favorecem a aprendizagem de fatos e conceitos. Não podemos esquecer que, se pretendemos a construção de um conhecimento, o processo é tão importante quanto o produto (AZEVEDO, 2006, p.22).

A atividade investigativa se aproxima de uma atividade científica real e isso mostra aos alunos que a ciência se dá por um processo de investigação que é dinâmico. Assim o pesquisador levanta e testa hipóteses, mas não através de um “método científico” que é mostrado ao aluno como algo fechado, como uma sequência lógica e rígida, composta de passos a serem seguidos. Isso faz com que o aluno pense que a ciência é fechada, criada apenas a partir da observação. Gil e Castro (1996 *apud* AZEVEDO, 2006) descrevem alguns aspectos que podem ser explorados em uma atividade investigativa e que se assemelha a uma atividade científica. São eles:

- 1 - apresentar situações problemáticas abertas;
- 2 - favorecer a reflexão dos estudantes sobre a relevância e o possível interesse das situações propostas;

3 - potencializar análises qualitativas significativas, que ajudem a compreender e acatar as situações planejadas e a formular perguntas operativas sobre o que se busca;

4 - considerar a elaboração de hipóteses como atividade central da investigação científica, sendo esse processo capaz de orientar o tratamento das situações e de fazer explícitas as preconcepções dos estudantes;

5 - considerar as análises, com atenção nos resultados (sua interpretação física, confiabilidade etc.), de acordo com os conhecimentos disponíveis, das hipóteses manejadas e dos resultados das demais equipes de estudantes;

6 - conceder uma importância especial às memórias científicas que reflitam o trabalho realizado e possam ressaltar o papel da comunicação e do debate na atividade científica;

7 - ressaltar a dimensão coletiva do trabalho científico, por meio de grupos de trabalho, que interajam entre si.

Uma atividade investigativa, como uma SEI, tem objetivos que, de acordo com Blosser (1988) *apud* Azevedo (2006), podem ser resumidos em cinco grupos:

- I. *Desenvolver habilidades* de manipular, questionar, investigar organizar, e comunicar;
- II. *Conceituar ideias* como hipótese, modelo teórico, categoria taxionômica, entre outras;
- III. *Desenvolver habilidades cognitivas* de pensamento crítico, de solução de problemas, de aplicação e de síntese;
- IV. *Compreender a natureza da ciência* como um empreendimento científico, que envolve cientistas e seus trabalhos, percebendo a existência de uma multiplicidade de métodos científicos, sendo capaz de fazer inter-relações entre ciência e tecnologia e entre várias disciplinas científicas;
- V. *Desenvolver atitudes típicas de um investigador*, tais como: curiosidade, interesse, objetividade, precisão, perseverança, satisfação,

responsabilidade, consenso e colaboração, além de saber correr riscos e gostar de ciência.

Por fim, pode-se dizer também que a proposta de ensino investigativo, principalmente experimental, incentiva a criticidade dos estudantes, já que eles quase sempre percebem que seus conhecimentos não são confirmados com os resultados. Por outro lado, em um laboratório tradicional, o aluno deve seguir instruções (de um manual ou do professor) sobre as quais não tem nenhum poder de decisão, se tornando apenas um "coletor de dados" (AZEVEDO, 2006). Seguindo uma série de passos propostos, deve chegar a um objetivo predeterminado, não havendo possibilidade de levantar e muito menos de testar suas hipóteses, não tendo um momento de discussão em grupo e nem com o professor. As observações são apenas para confirmar o que está na teoria.

3.4 SEQUENCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVAS (SEIS)

Então, na perspectiva discutida até agora neste trabalho, torna-se necessário propor uma metodologia de planejamento das aulas de física que contemple esses referenciais teóricos e suas teorias.

Nesse contexto teórico é que propomos as sequências de ensino investigativas (SEIs), isto é, sequências de atividades (aulas) abrangendo um tópico do programa escolar em que cada atividade é planejada, do ponto de vista do material e das interações didáticas, visando proporcionar aos alunos: condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciar os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor passando do conhecimento espontâneo ao científico e adquirindo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores (CARVALHO, 2013, p.9).

Segundo Carvalho (2013), uma sequência de ensino investigativa deve seguir algumas etapas fundamentais:

1°- Ter um problema experimental ou teórico contextualizado que fará a introdução do conteúdo desejado e oferecerá condições para que os alunos pensem e trabalhem com as variáveis relevantes, levantem e testem suas hipóteses. O problema deverá estar ao nível intelectual dos alunos, deverá ser um fator motivador e principalmente deverá oferecer condições dos mesmos testarem suas concepções alternativas.

Não é necessário que o problema seja experimental, podendo, portanto, ser um problema teórico no qual os alunos trabalhem com textos, artigos. Entretanto, o problema deve seguir uma sequência de etapas, visando dar oportunidade aos alunos de levantarem e testarem suas hipóteses, passarem da ação manipulativa à intelectual estruturando seu pensamento e apresentarem argumentações discutidas com seus colegas e com o professor.

2°- Após a resolução do problema será necessária uma sistematização do conhecimento. Essa sistematização poderá ser feita em grupo ou individualmente com um texto, um questionário ou com uma conversa. Será durante essa etapa que os alunos poderão novamente discutir seus resultados, comparando o que fizeram e o que pensaram ao resolver o problema. Isso poderá ser feito com relato em formas de texto, resolução de questões ou em uma conversa com o professor, individual ou em grupo. O objetivo é levar o aluno a repensar no que ele fez. Nesta etapa o professor poderá e deverá intervir com perguntas do tipo "o que você fez para alcançar os resultados?", "como você(s) conseguiu resolver o problema?".

É nessa etapa que os alunos vão mostrando, por meio de relato (escrito ou falado), o que fizeram, as hipóteses que deram certo e como foram testadas. Essas ações intelectuais levarão ao início do desenvolvimento de atitudes científicas como o levantamento de dados e a construção de evidências.

Durante a tentativa de explicarem o que fizeram e o por que a estratégia utilizada deu certo, os alunos utilizarão explicações causais, e essas explicações levarão à procura de uma palavra, um conceito que explique o fenômeno. É nessa etapa que há possibilidade de ampliação do vocabulário dos alunos. Será o início do aprender a falar ciência (CARVALHO, 2013).

3°- Uma terceira etapa importante é a que promove a contextualização do conhecimento no dia a dia dos alunos. Neste momento eles perceberão o grau de importância da atividade investigativa que desenvolveram. Se o problema foi contextualizado, levando em conta o nível e o meio onde os alunos estão inseridos, essa etapa ficará muito facilitada.

3.4.1 Postura do professor e do aluno em uma SEI

É evidente que em uma proposta de ensino por investigação, o professor e o aluno, devem assumir uma postura diferente da que é adotada no ensino tradicional. Algumas características básicas são tratadas a seguir.

Em uma metodologia de ensino baseada na investigação, como, por exemplo, em uma SEI, o professor deve ter um comportamento de guia e não de transmissor do conhecimento. E ele não deve, de maneira nenhuma durante a realização da atividade – que não precisa ser necessariamente experimental – dar respostas às dúvidas e questionamentos dos alunos. É evidente que o professor continua na obrigação de criar e organizar os problemas e as situações nas quais ocorrerão as atividades investigativas.

O professor deve estar preparado para ir "guiando" o aluno com questionamentos, a fim de que ele, por conta própria, alcance a resposta. O papel do professor é muito importante neste tipo de atividade, e não é fácil. Por isso ele deve, no seu planejamento, tentar prever quais tipos de questionamentos podem aparecer durante a atividade e deve ter conhecimento das concepções alternativas do grupo de alunos com o qual ele vai trabalhar.

[...] o que deseja é que o professor deixe de ser apenas conferencista e que estimule a pesquisa e o esforço, ao invés de se contentar com a transmissão de soluções já prontas (PIAGET, 1977 *apud* MOREIRA, 1999, p. 105).

Uma estratégia, que foi realizada neste trabalho e que teve bons resultados foi, antes da realização da SEI, fazer o levantamento das concepções alternativas dos alunos através da aplicação de um questionário. A partir deste levantamento foi realizado o planejamento da atividade (AZEVEDO, 2006).

Assim sendo, como afirma Azevedo (2006):

[...] o professor que se propuser a fazer de sua atividade didática uma atividade investigativa deve tornar-se um professor questionador, que argumente, saiba conduzir perguntas, estimular, propor desafios, ou seja, passa de simples expositor a orientador do processo de ensino (AZEVEDO, 2006, p.25).

O aluno deve, durante a realização da SEI, estar engajado na resolução do problema, refletir, levantar hipóteses, testar essas hipóteses, discutir suas ideias com o grupo e participar de todas as etapas da atividade. Ele deve deixar de ser apenas um observador das aulas, muitas vezes expositivas, passando a ser um protagonista em vez de um mero observador, precisando argumentar, pensar, agir, interferir, questionar, fazer parte da construção de seu conhecimento.

3.4.1.1 Alguns cuidados a serem tomados na realização das atividades investigativas

Existem algumas dificuldades que podem surgir ao se introduzir este tipo de atividade em salas de aulas nas quais os alunos que estão acostumados com o conteúdo trabalhado de forma tradicional, em que o professor é o centro da aula. Por isso, conhecer essas dificuldades é fundamental para que o professor que está disposto a trabalhar com as SEIs possa ajudar seus alunos a ultrapassá-las.

Um das dificuldades é a quebra da rotina dos alunos que estão acostumados com aulas simplesmente expositivas. Alguns alunos que têm bom rendimento em aulas tradicionais podem apresentar baixo rendimento em uma fase inicial (LOUGHRAN, BERRY e MULHALL, 2006, *apud* AZEVEDO, 2006). Os alunos podem reagir contra esse tipo de atividade, já que precisarão assumir a responsabilidade do seu próprio aprendizado. Porém, ao longo do tempo, a maioria dos alunos tende a gostar e até a preferir essa estratégia didática.

Outra dificuldade que pode aparecer é o tempo. Os estudantes precisam de um tempo para pensar em, testarem, discutirem e resolverem o problema. Contudo, se houver um grande prolongamento do tempo pode haver perda no engajamento de realizar a tarefa. Nesse caso, o professor, enquanto orientador da atividade, deve estar atento e levantar mais questionamentos para aqueles grupos que demonstrarem mais dificuldade. Essa postura, vivenciada pelo autor desta pesquisa, ajudou a manter os grupos trabalhando juntos, além disso, quando um grupo chega à solução do problema os outros imediatamente aplicam a mesma estratégia e chegam ao resultado esperado.

Outro aspecto a se considerar é o nível de dificuldade no qual o problema é apresentado. Ele precisa ser acessível aos alunos, estar dentro do seu contexto social, fazer referência a suas concepções alternativas, ser claro e de fácil entendimento. Caso contrário, pode-se promover um sentimento de frustração e a desmotivação dos alunos pela atividade (Azevedo, 2006).

Partindo-se do que foi apresentado até agora, serão apresentada, a seguir, as metodologias utilizadas na realização da pesquisa e nas análises dos dados coletados.

4 METODOLOGIA

4.1 PLANEJAMENTO E REALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES

Na realização deste trabalho as atividades de laboratório foram planejadas na forma de Sequências de Ensino Investigativas (SEIs), que como já foi apresentado anteriormente, são sequências de atividades planejadas de forma a proporcionar condições para que os alunos demonstrem suas concepções alternativas, tenham ideias e as discutam com colegas e com o professor e, a partir disso, evoluam seu conhecimento em direção ao conhecimento científico.

As atividades foram realizadas com estudantes do 1º ano do curso técnico integrado ao ensino médio de eletromecânica, no segundo semestre de 2013, no laboratório de Física do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES). Dezoito estudantes, sendo quatro do sexo feminino e quatorze do sexo masculino, com média de idade de quinze anos, participaram voluntariamente das atividades no turno oposto ao de suas aulas. Antes da realização das atividades, respeitando-se as questões éticas da pesquisa, foi entregue aos alunos um termo de consentimento de participação a ser assinado por seus responsáveis (Anexo 1). Este termo esclareceu, aos responsáveis que, os alunos voluntários, seriam participantes de uma pesquisa voltada para o ensino de física e que as aulas realizadas no laboratório de física seriam filmadas. Foi ressaltada, ainda, a garantia do anonimato na pesquisa ou publicação, seja em forma de artigo ou livro, e que o aluno participante poderia, a qualquer momento, deixar a participação na pesquisa. As atividades foram realizadas depois de os alunos já terem estudado o conteúdo de cinemática no primeiro semestre. Os alunos tinham três aulas de física semanais e não possuíam carga horária de laboratório definida.

A SEI foi dividida em cinco momentos pedagógicos: (i) exposição pelos alunos das suas concepções alternativas sobre o conceito de velocidade; (ii) sequência de atividades experimentais investigativas abordando o conceito de velocidade e colocando à prova a concepção alternativa dos alunos; (iii) discussão oral dos

resultados de cada atividade experimental; (iv) produção escrita dos alunos; (v) tomada de consciência da evolução conceitual.

Para a realização do primeiro momento, foi elaborado um questionário com três questões discursivas que abordavam situações cotidianas envolvendo a compreensão do conceito de velocidade. O interesse foi perceber como os estudantes compreendiam o conceito de velocidade nas situações apresentadas e quais concepções alternativas compartilhavam. Tomando como base o conceito de velocidade apresentado pela física, os estudantes poderiam compreendê-la como:

- a razão entre o deslocamento e o intervalo de tempo durante o qual o deslocamento ocorre (velocidade média);
- a razão entre a distância total percorrida e o intervalo de tempo gasto para o percurso (velocidade escalar média);
- a razão entre o deslocamento e o intervalo de tempo durante o qual o deslocamento ocorre, quando o intervalo de tempo tende a zero (velocidade instantânea);

Como o intuito maior foi acessar as concepções alternativas, primeiramente foi elaborado um questionário com seis questões discursivas. As questões foram elaboradas com base nas concepções apresentadas pela literatura (LEITE, 1993). Esse questionário foi aplicado como pré-teste a uma turma de vinte estudantes do 3º ano do curso de eletromecânica, ou seja, com idade e nível de formação semelhante aos futuros participantes da pesquisa. A partir disso, foi possível avaliar o nível das questões, seu entendimento pelos alunos, clareza das questões e figuras, tempo gasto para responder, concepções alternativas mais comuns. A partir do resultado do pré-teste foi possível validar as questões e ajustar o questionário antes da sua aplicação à turma de interesse, por exemplo, o número de questões foi diminuído para três, figuras foram modificadas, entre outros ajustes.

O questionário revisado (Anexo 2), utilizado como meio diagnóstico, foi aplicado, no contra turno, aos dezoitos alunos participantes da pesquisa, ou seja, apenas os alunos que assinaram o termo de consentimento. Os estudantes tiveram três horas para responderem às questões.

Com base nas respostas encontradas no diagnóstico foram elaboradas três atividades experimentais investigativas que colocavam à prova a concepção alternativa mais comum entre os estudantes, a de que dois móveis têm a mesma velocidade no instante em que se cruzam porque se encontram simultaneamente na mesma posição. As três atividades elaboradas também passaram por um processo de pré-testagem, sendo realizadas com o mesmo grupo de vinte estudantes do 3º ano do curso de eletromecânica que participaram da validação do questionário diagnóstico. A pré-testagem se mostrou útil, pois foi possível perceber a impossibilidade de realização da primeira atividade no chão. Também apontou alguns detalhes a serem modificados nas atividades e serviu de base para o pesquisador perceber dificuldades dos estudantes e, a partir disso, planejar questionamentos e direcionamentos a serem tomados. Também orientou a elaboração de um guia a ser entregue aos estudantes. Nele havia espaço para registrarem hipóteses, meio encontrado para solucionar o problema apresentado na atividade, avaliação da atividade e, ainda, questionamentos que os conduziam a refletir sobre o resultado.

As atividades ocorreram no contra turno dos alunos. Para a realização das atividades no contexto de uma pesquisa, seria inviável realizar as atividades com todos os estudantes ao mesmo tempo, uma vez que faltavam materiais como microfones de lapela, várias câmeras de vídeo, funcionário auxiliar no laboratório e número de kits que permitisse formar grupos com apenas três alunos. Além disso, o pesquisador teria dificuldades em observar as reações e argumentações de todos os alunos. Por isso, optou-se por criar seis grupos de três estudantes sendo que cada grupo teve três encontros com o pesquisador para realizar as atividades. Estas aconteceram em dias sucessivos no laboratório de física e tiveram uma hora de duração cada. Embora seja sabido que a realização de atividades investigativas demanda muito tempo, no contexto escolar é necessário planejá-las de acordo com o tempo de aula. Em cada encontro os estudantes realizaram uma atividade experimental. Após a realização das atividades o aluno, individualmente, foi levado a responder aos guias da atividade (Anexo 3: Guia da atividade 1. Anexo 4: Guia da

atividade 2. Anexo 5: Guia da atividade 3.). Esse material foi recolhido e serviu como fontes de dados da pesquisa.



Figura 6: Carrinho com retropropulsão

A primeira atividade utilizou como aparato experimental dois carrinhos movidos a pilha.

Os dois carrinhos moviam-se com velocidade constante. No entanto, um deles tinha velocidade menor do que o outro, mas essa informação deveria ser descoberta pelos alunos. Inicialmente, foram colocadas duas marcas sobre a bancada do laboratório (saída e chegada), sendo que a de saída tinha dois cm de largura e a da chegada dez cm. Isso se tornou necessário a partir da pré-testagem, que mostrou que uma marca de chegada muito estreita dificultava a realização do experimento, pois o tempo de cruzamento, ou seja, o momento que os carrinhos estavam na mesma posição, era muito pequeno.

Ao iniciar a atividade, os alunos foram orientados oralmente a respeito do funcionamento dos carrinhos e dos procedimentos para realização da atividade. O problema proposto aos estudantes partiu do comando de que deveriam ligar os dois carrinhos ao mesmo tempo, sendo que um sairia da posição de largada e o outro de qualquer posição antes dessa linha. E ambos deveriam cruzar a linha de chegada ao mesmo tempo. Logo que descobrissem que as velocidades não eram iguais precisariam reconsiderar as posições iniciais, ou seja, o carrinho de menor

velocidade partindo da posição de largada e o de maior velocidade partindo de uma posição anterior. Esperava-se que ao final os alunos descobrissem que os carrinhos não tinham a mesma velocidade ao cruzarem a linha de chegada e relacionassem esse resultado à distância percorrida e ao tempo gasto.

Na segunda atividade os alunos deveriam determinar a velocidade de cada carrinho ao passar pela linha de chegada e, para isso, utilizou-se os dois carrinhos, uma trena de 5 metros, uma régua de 30 cm, um relógio de ponteiros e um cronômetro digital. Todos os materiais foram dispostos sobre a bancada para que os alunos definissem quais deles facilitariam a coleta dos dados necessários (trena e cronômetro digital). Esperava-se que confirmassem que as velocidades dos carrinhos eram diferentes, embora estivessem na mesma posição. Essa atividade foi importante para aqueles estudantes que mesmo depois de realizar e discutir a primeira atividade continuavam afirmando que a velocidade dos carrinhos eram iguais.

A terceira atividade utilizou dois trilhos de ar com seus dois carrinhos, uma mola, quatro sensores fotoelétricos e um cronômetro ligado aos sensores fotoelétricos. Ao iniciar a atividade, os alunos foram orientados oralmente a respeito de como funcionam os trilhos de ar, os sensores fotoelétricos, os cronômetros digitais integrados aos sensores fotoelétricos, além dos procedimentos necessários para a realização da atividade. Os dois trilhos foram colocados paralelamente sobre a bancada, no entanto, um deles foi inclinado. Assim, um dos carrinhos seguiria uma trajetória retilínea plana, com velocidade constante e o outro seguiria uma trajetória retilínea descendo o plano inclinado e, portanto, teria aceleração. Os sensores de cada trilho foram colocados na mesma posição, de forma a permitir a determinação da velocidade de cada carrinho entre um sensor e outro.

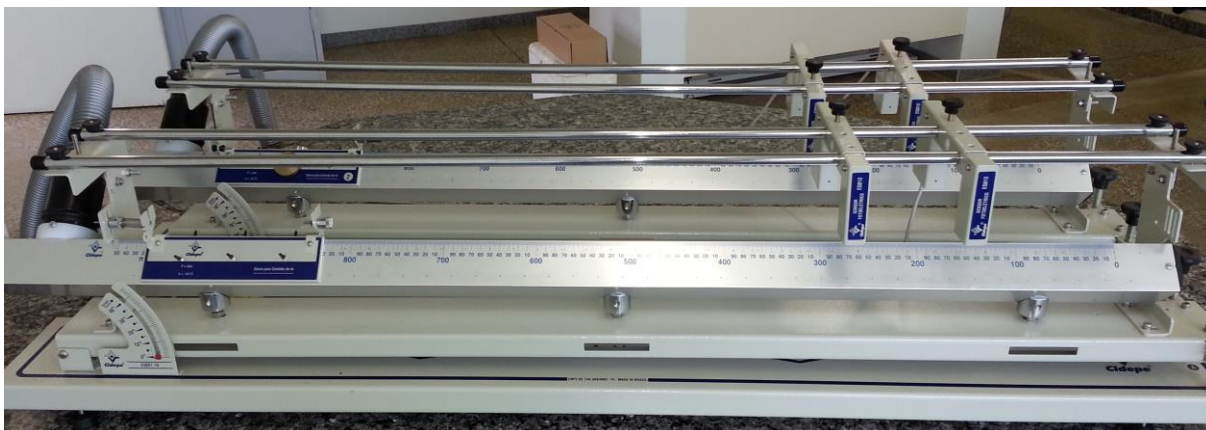


Figura 7: Trilhos de ar com sensores fotoelétricos, vista lateral.



Figura 8: Sensores fotoelétricos, vista aproximada.

Ao ligar os dois trilhos e iniciar o movimento dos carrinhos ao mesmo tempo, aquele que estava no trilho plano, comprimido a uma mola, sairia à frente do carrinho posto no trilho inclinado. No entanto, com o passar do tempo, o carrinho do trilho inclinado alcançaria o outro e o ultrapassaria. Os alunos tinham que visualizar o movimento dos dois carrinhos e descobrir qual era a velocidade de cada um deles no momento da ultrapassagem, momento em que estavam na mesma posição. Para realizar esta

tarefa os alunos manipulavam sensores fotoelétricos a fim de medir o tempo e uma trena a fim de medir a distância percorrida pelos carrinhos. Logo no início da atividade eram questionados se as velocidades dos carrinhos seriam iguais ou diferentes no momento do encontro.

Em todas as atividades os alunos deveriam levantar hipóteses, anotá-las no guia da atividade e testá-las. Logo descobriram que a ideia de que dois móveis têm a mesma velocidade quando ocupam a mesma posição não estava correta. Posteriormente, deveriam rever suas hipóteses e fazer novos testes. Terminada a parte experimental, deveriam escrever como conseguiram solucionar o problema proposto e suas principais observações. Essa etapa refere-se à passagem da ação manipulativa para a ação intelectual (CARVALHO, 2013). Também foi solicitado que avaliassem a atividade realizada destacando o conhecimento que ela trouxe e em que ponto se diferenciava do conhecimento inicial que tinham. Por fim, foi realizada uma discussão oral com o pesquisador na qual os alunos apresentaram suas hipóteses, estratégias para a resolução do problema e observações.

A coleta de dados foi feita através do registro escrito (escrita e desenho) e de gravação em vídeo de todas as atividades. Os registros escritos foram recolhidos e foi realizada a análise de conteúdo (BARDIN, 1977). De acordo com o referencial de análise dos dados e com o tipo dos dados obtidos na pesquisa, foi utilizada a análise frequencial temática. O tema é uma afirmação acerca de um assunto, podendo ser uma frase composta, uma frase condensada ou um resumo através do qual o pesquisador poderá fazer inferências (BARDIN, 1977). Neste trabalho se constituíam enquanto afirmações nas quais era possível inferir a compreensão do conceito de velocidade enquanto relação entre distância percorrida e tempo; relações estabelecidas entre posição ocupada em certo instante de tempo e velocidade; relações estabelecidas entre posições finais e velocidade; relações estabelecidas entre posições finais e distância percorrida; relações estabelecidas entre posições iniciais e velocidades finais. A análise frequencial temática consiste em contar a frequência com que os temas aparecem no texto.

4.2 METODOLOGIA DE ANÁLISE DE CONTEÚDO

4.2.1 Pequeno histórico

O que a análise de conteúdo faz é usar indicadores presentes nas mensagens para realçar as inferências de natureza psicológicas, sociológicas, políticas, históricas, entre outras do emissor/receptor dessa mensagem.

A metodologia aplicada à análise de conteúdo desenvolveu-se primeiramente nos Estados Unidos no início do século XX. Nesta época começou a procurar um rigor científico nas análises de materiais escritos, que no início era essencialmente jornalístico. Esse estudo quantitativo/qualitativo dos materiais jornalísticos foi rapidamente estendido à análise de propagandas durante a primeira guerra mundial, e amplificado na segunda guerra.

Um dos pesquisadores que primeiramente usou e ajudou a desenvolver está técnica de análise foi H. D. Lasswell, que fez análise de imprensa e propaganda em 1915 aproximadamente. Em 1927 foi editado o livro *Propaganda Technique in the World War* (Bardin, 1977).

Nos Estados Unidos os departamentos de ciências políticas ocuparam um lugar de destaque no desenvolvimento da análise de conteúdo. Esses departamentos tinham como objetivo analisar as mensagens que eram vinculadas em jornais e periódicos a fim de verificar se os mesmos continham propaganda subversiva (principalmente nazista). Com o tempo foi aumentando o número de analistas especializados nesta técnica de análise e também a sua abrangência.

Com o tempo iniciou-se a utilização da análise de conteúdo em obras literárias, em cartas enviadas pelos soldados que estavam em trincheiras na segunda guerra mundial – a fim de avaliar o estado psicológico dos soldados – e em várias outras áreas do conhecimento que produzem material escrito como: psicanálise, linguística, sociologia, psicologia e ciências. Deve-se destacar que se exclui do campo de aplicação da análise de conteúdo tudo o que não é propriamente linguístico, tal como, filmes, representações pictóricas, comportamento considerados "simbólicos", entre outros, embora, em certos aspectos, o tratamento destes

materiais levante problemas semelhantes aos da análise de conteúdo (Bardin, 1977, p.33).

4.2.2 O que é a Análise de Conteúdo

A análise de conteúdo é um conjunto de técnicas de análise das comunicações que tem como objetivo inferir sobre as condições de produção e de recepção das mensagens, recorrendo a indicadores que podem ser quantitativos ou não (BARDIN, 1977). Não se trata de um instrumento de análise, mas de um conjunto de técnicas que permite um rigor científico nas inferências. As condições de produção referem-se às variáveis psicológicas, socioculturais, situação de comunicação ou contexto no qual a mensagem foi produzida. No caso deste estudo serão as produções escritas dos alunos e/ou suas respostas a um questionário. Como o termo condições de produção é vago, Bardin (1977) sugere referir-se a ele como variáveis inferidas. O importante é entender que quando o pesquisador for fazer inferências sobre as respostas lidas, deverá ter claro em sua mente que existe uma relação entre:

- a superfície dos textos, descrita e analisada e;
- fatores que determinaram estas características;

Portanto, existe uma correspondência entre as estruturas semânticas ou linguísticas do texto e as estruturas psicológicas ou sociológicas dos enunciados (BARDIN, 1977, p.41). Isso traz muita tranquilidade a este estudo, pois o pesquisador pode afirmar que existe uma relação entre o que o aluno está escrevendo e o que ele pensa ou pensou no momento da escrita. Assim, o que ele escreve é uma externalização da sua compreensão da atividade ou do conceito que, no caso deste trabalho, é o conceito de velocidade. Portanto, é possível analisar o entendimento do aluno através do que ele escreveu, porque segundo o Bardin (1977), existe uma correspondência entre o que está escrito, o que é produzido pelo sujeito, e as suas estruturas psicológicas, que neste trabalho refere-se à forma de compreensão do conceito de velocidade.

Qualquer análise de conteúdo visa não o estudo da língua ou da linguagem, mas sim a determinação mais ou menos parcial do que são denominadas condições de produção dos textos, que são o seu objeto. O que se pretende caracterizar são estas

condições de produção e não os próprios textos. O conjunto das condições de produção constitui o campo das determinações dos textos (HENRY e MOSCOVICI, 1968 *apud* BARDIN, 1977).

A análise de conteúdo procura conhecer aquilo que está por trás das palavras sobre as quais se debruça e para isso utiliza de um mecanismo de dedução com base em indicadores, que são reconstruídos a partir de uma amostra de mensagens particulares (enunciados, frases, palavras). Uma analogia que pode ser feita e ilustra bem o objetivo da análise de conteúdo é com um jogo de xadrez, a análise de conteúdo não tenta entender o jogo, não tem como objetivo criar um manual para ajudar novos jogadores a entender o xadrez, a análise de conteúdo tenta compreender os jogadores e/ou o ambiente de jogo num momento determinado (BARDIN, 1977). De acordo com Bardin a análise de conteúdo pode ser definida como:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (Bardin, 1977, p.42).

O processo de dedução ou inferência a partir de indicadores não é raro na prática científica, vários profissionais como médicos, psicólogos e outros fazem inferências sobre os possíveis problemas de seus pacientes através de indicadores.

4.2.3 Por quê utilizar a análise de conteúdo

A utilização de uma metodologia de análise pode evitar que se faça uma interpretação ingênua dos dados coletados, baseada apenas no que o pesquisador acredita ter encontrado. Afastar-se da compreensão espontânea dos dados exige o emprego de técnicas que permitam a análise dentro de um rigor metodológico que se aproxime ao científico (BARDIN, 1977).

Deve-se pensar que a análise sem um suporte teórico, fazendo categorizações sem apoiar-se em um referencial, pode levar a interpretar informações que não existem, pois a ansiedade do pesquisador em dar um sentido aos dados coletados pode o induzir ao erro. Segundo Bardin (1977, p. 32), “[...] qualquer comunicação, isto é, qualquer transporte de significações de um emissor para um receptor controlado ou

não por este, deveria poder ser escrito, decifrado pelas técnicas de análise de conteúdo”. Neste mesmo sentido, Henry e Moscovici (1968 *apud* BARDIN, 1977, p.33) afirmam que “tudo que é dito ou escrito deve ser submetido a uma análise de conteúdo”. Então, utilizar uma técnica de análise de dados faz com que as inferências e os resultados sejam mais seguros e confiáveis, ou seja, utilizar uma técnica de análise de dados dá ao pesquisador maior segurança e confiabilidade nas suas inferências.

4.2.4 ETAPAS DA ANÁLISE DE CONTEÚDO

A análise de conteúdo permite fazer uma descrição analítica do conteúdo das mensagens que foram escritas pelos alunos ao realizarem as atividades deste trabalho de pesquisa. Em cada resposta, em cada frase escrita, há uma mensagem a ser analisada pelo pesquisador. Portanto, de modo geral, essa análise implica em um tratamento da informação contida nas mensagens (BARDIN, 1977, p.34). A análise pode ser:

- de significados (ex. análise temática).
- de significantes (ex. análise léxica, análise de procedimentos).

Estes exemplos de análises serão explicados mais adiante.

As fases da análise se organizam em 3 etapas que Bardin (1977) denomina de polos cronológicos:

- pré-análise
- exploração do material
- tratamento dos resultados, inferência e interpretação.

4.2.4.1 Pré-análise:

A pré-análise é a fase na qual é organizado o material a ser analisado, são levantadas as hipóteses e escolhidos os indicadores que vão sustentar essas hipóteses. A fase de pré-análise ainda apresenta quatro dimensões: a leitura flutuante, a escolha dos documentos a serem submetidos à análise, a formulação

das hipóteses e objetivos e a elaboração dos indicadores que fundamentam a interpretação final (BARDIN, 1977, p.95).

a) Leitura flutuante: este tipo de leitura é descompromissada. Com ela o analista escolhe os documentos que serão analisados e, pouco a pouco, levanta as hipóteses e os indicadores que irão sustentá-las. Pode ser que o analista tenha que refazer essa leitura várias vezes para ter um domínio sobre os materiais a serem analisados.

b) A escolha dos documentos: pode ser dependente dos objetivos que o analista traçou ou os objetivos podem ser levantados em função dos documentos existentes. Os documentos que serão submetidos à análise são chamados de "*corpus*" (BARDIN, 1977, p.96).

Existem regras para seleção do *corpus*. As principais são:

- Regra da exaustividade: uma vez definido o *corpus* de documentos a serem analisados, não se pode deixar nenhum documento de fora da análise. É necessário que todos os documentos presentes no *corpus* sejam analisados.

- Regra da representatividade: a análise pode ser realizada em uma amostra desde que esta amostra seja uma parte representativa do universo. Se o pesquisador estiver, por exemplo, analisando artigos de campanha política de um determinado candidato, ou ele inclui na sua análise todo o universo de artigos ou escolhe uma amostra de artigos que represente esse universo.

- Regra de homogeneidade: os documentos escolhidos para fazer parte do *corpus* precisam ser homogêneos, ou seja, devem obedecer a critérios precisos e claros de escolha.

- Regra da pertinência: os documentos escolhidos devem ser adequados às hipóteses e aos indicadores que o analista levantou.

c) Formulação de hipóteses e objetivos: a hipótese é uma afirmação que pode ser provisória ou não e que o analista se propõe confirmar ou não. Toda hipótese é alvo da análise e tem que ser submetida a ela. Trata-se de uma suposição que partiu da intuição do analista e que deve ser submetida à prova de dados seguros. As

hipóteses é que irão direcionar a análise e o objetivo é visto como a finalidade geral, que vai ser confirmada com os resultados das análises das hipóteses.

d) Elaboração de indicadores: os indicadores são índices considerados seguros que tem como objetivo verificar as hipóteses do analista. Esses índices devem estar presentes nos textos analisados e podem ser, por exemplo, uma palavra, uma frase, uma ideia que está presente no contexto do documento. A referência dos índices e a elaboração de indicadores devem considerar os textos como uma manifestação contendo índices que a análise vai trazer a tona e, por isso, em um trabalho preparatório deve-se escolher estes índices em função das hipóteses. O índice pode ser a menção explícita de um tema, um conceito, uma relação, entre outras, em uma mensagem. Quanto mais ele é repetido, mais importante ele deve ser para quem escreve. Se o analista estiver realizando uma análise sistemática quantitativa, quanto mais este índice estiver presente nos textos (maior frequência), maior será a segurança em afirmar algo. O indicador de compreensão, por exemplo, pode ser a frequência com que algo foi escrito no texto, a frequência com que uma relação aparece, a frequência com que um conceito é citado, etc.

- reconhecimento da necessidade das variáveis distância percorrida (ΔX) e tempo gasto (Δt) para determinar a grandeza velocidade (indicador da compreensão do conceito de velocidade).
- reconhecimento ou compreensão da relação matemática entre ΔX e Δt como sendo a grandeza velocidade (indicador da compreensão do conceito de velocidade).
- compreensão do fato de 2 corpos estarem na mesma posição não significa que tenham a mesma velocidade (indicador da superação da concepção alternativa da literatura).

Figura 9: Quadro de exemplos de índices de compreensão.

Uma vez escolhidos os índices, o pesquisador será capaz de construir os indicadores de forma mais precisa e segura. Na pré-análise o analista pode fazer recortes e ter a noção de quais índices irá levar em conta para construir os seus

indicadores. No caso deste trabalho pode-se exemplificar alguns exemplos de índices de compreensão do conceito de velocidade que foram levantados

O pesquisador deve se certificar da eficácia e da pertinência dos indicadores, testando-os em algumas passagens ou em alguns elementos dos documentos a serem analisados (pré-teste da análise).

4.2.4.2 Exploração do Material:

Se na fase da pré-análise todas as operações forem convenientemente concluídas, esta fase consistirá apenas da operacionalização mecânica da análise, uma administração das decisões tomadas. Nesta fase da análise o analista realiza as operações de decodificação, desconto ou enumeração em função das regras previamente formuladas. Esta fase da análise é longa e cansativa e, muitas vezes, o analista terá que retornar à fase anterior e reconstruir hipóteses e indicadores (Bardin, 1977).

4.2.4.3 Tratamento dos Resultados, Inferência e Interpretação:

Os resultados são tratados de maneira a fazer com que sejam significativos. Podem ser usados tratamentos estatísticos simples ou mais complexos, recorrer a teste de validação, entre outros. Ao final das análises podem ser estabelecidos quadros de resultados, diagramas, figuras e modelos, os quais põem em relevo os resultados obtidos (Bardin, 1977).

O analista, tendo em mãos os resultados obtidos através de procedimentos rigorosos que lhe fornecem dados fiéis, pode, então, fazer inferências, interpretá-las em função das hipóteses levantadas e concluir a respeito dos objetivos iniciais.

4.2.5 A CODIFICAÇÃO

A codificação corresponde a uma transformação dos dados brutos do texto, efetuada segundo regras precisas. Tal transformação, por recorte, agregação e enumeração, permite atingir uma representação do conteúdo (ou da sua expressão) capaz de esclarecer o pesquisador acerca das características do texto que possam servir de índices. Ou seja, partindo dos dados brutos, escritos pelos alunos, permite ao pesquisador trabalhar com os índices, que são o que realmente interessam na

produção dos alunos. A análise dos índices permite que se discutam indicadores e em cada um desses processos o dado bruto vai diminuindo e ficando mais preciso e específico.

A codificação é o processo pelo qual os dados brutos são transformados sistematicamente e agregados em unidades, as quais permitem uma descrição exata das características pertinentes do conteúdo (Hoslti, 1969 apud Bardin, 1977, p.103).

No caso da análise categorial, que foi o tipo de análise usada neste estudo, a codificação se organiza respeitando os seguintes passos:

- escolha das unidades de registros e de contexto;
- enumeração: escolha das regras de contagem;
- classificação e agregação: escolha das categorias.

4.2.5.1 Unidades de Registro e de Contexto

Escolher o que observar no texto é uma tarefa importante. Bardin descreve a unidade de registro como uma unidade de significação a ser codificada. Refere-se à parte do conteúdo que o analista irá considerar como unidade de base para categorizar e para contar a frequência com que aparece no texto. A unidade de registro pode ser de natureza e de tamanho variado sendo que as mais utilizadas são: a palavra, o tema, o objeto ou referente, o personagem, o acontecimento, o documento.

- A palavra: todas as palavras do texto podem ser levadas em consideração ou pode-se procurar apenas palavras-chave, palavras-tema, ou procurar e contar categorias de palavras (verbos, substantivos, verbos, ente outras).
- O tema: é uma afirmação acerca de um assunto, como será utilizado neste trabalho. Ou seja,

[...] é uma frase composta, habitualmente um resumo ou uma frase condensada, por influência da qual pode ser aferido um vasto conjunto de formulações singulares (BARDIN, 1977, p.105).

O texto pode ser recortado em ideias constituintes, em enunciados e em proposições portadoras de significações isoláveis. Segundo o autor, o tema é uma unidade que será isolada do texto maior que foi produzido pelos alunos. Essa unidade poderá ser

uma frase em que o aluno estabeleceu uma relação que está sendo procurada pelo pesquisador. O significado da frase (tema) é complexo e ela pode ter tamanho variado, dependendo de como o aluno escreveu. Essa frase não tem valor linguístico, ou seja, o pesquisador não está preocupado com a frase enquanto constituinte gramatical de um texto e sim com o valor psicológico que a frase tem, pois o que o aluno escreve é representativo da sua compreensão a respeito do conteúdo ou do conceito abordado. Assim, o analista está inferindo o que está na mente (na estrutura cognitiva) do aluno através do que ele afirma, escreve, constrói no seu texto. O tema pode ser uma afirmação, uma alusão, várias afirmações (ou proposições) ou qualquer fragmento do texto.

- Objeto ou referente: são o que Bardin (1977) denomina de tema eixo. Recorta-se o texto em função destes temas eixo, agrupando em sua volta tudo o que o emissor da mensagem exprime a seu respeito. Envolve uma análise na qual o pesquisador organiza as categorias em volta de um tema eixo.

- O personagem: um determinado personagem pode ser escolhido como unidade de registro. Neste caso reúnem-se, em volta desta unidade, aspectos psicológicos, traços de caráter, idade, sexo, entre outros.

- O acontecimento: em casos de relatos ou narrações, pode-se usar como unidade de registro um ou mais acontecimentos.

- O documento: pode-se definir como unidade de registro um tipo de documento como: jornal, livro, artigo, entre outros. Isso só é possível se os documentos puderem ser generalizáveis, ou seja, se eles não possuem características distintas, e é feito sempre que se requer uma análise rápida. As respostas dadas a entrevistas ou a questões abertas, como no caso deste trabalho, também podem ser unidades de registro. Isto é possível se a ideia dominante ou principal seja suficiente para o objetivo procurado.

A unidade de contexto serve para compreensão de unidades de registros, ajudam a tornar mais clara a significação exata da unidade de registro. A unidade de contexto pode ser a frase para a palavra ou o parágrafo para o tema.

4.2.5.2 Regras de enumeração

É preciso diferenciar a unidade de registro (tema) – que será contada – da forma como será contada.

Primeiramente, como já foi dito, o pesquisador deverá fazer uma “leitura flutuante”, leitura prévia do material. Com base nesta leitura e no objetivo do seu trabalho, criar uma lista de referência. Essa é uma lista de temas que ele acredita que irá encontrar. Por exemplo, baseando-se na leitura de vários artigos a respeito das concepções espontâneas relacionadas ao conceito de velocidade, e este trabalho teve como lista de referência afirmações dos alunos demonstrando:

- 1) compreensão do fato de dois corpos em movimento estarem em uma mesma posição não significar que tenham, necessariamente, a mesma velocidade.
- 2) reconhecimento ou compreensão da velocidade enquanto quociente da distância (ΔX) pelo tempo (Δt).
- 3) reconhecimento ou compreensão da necessidade das variáveis distância percorrida (ΔX) e tempo gasto (Δt) para determinar a velocidade de um móvel qualquer.

A lista de referência também continha e pode conter afirmativas negativas, ou seja, que negam a compreensão dos alunos:

- 4) compreensão de que dois corpos em movimento que estão na mesma posição têm, necessariamente, a mesma velocidade.
- 5) entendimento de que para determinar a velocidade é necessário apenas conhecer o deslocamento ou a distância percorrida.

A sua contagem (enumeração) pode ser de várias formas:

- a) Pela presença ou ausência: nos textos dos alunos estão presentes vários elementos, mas a presença de alguns pode ser significativa para o analista, pois, pela forma como esse elemento aparece no texto ele pode inferir que os alunos compreendem um determinado conteúdo. Neste trabalho a presença pode indicar a compreensão, em diferentes níveis, do conceito de velocidade.

Por outro lado, a ausência de um determinado elemento pode ter significado igualmente importante, o que foi verificado neste estudo. A ausência de algumas afirmações no texto dos alunos levou a alguns questionamentos. Por exemplo: A ausência da afirmação referente à necessidade de se conhecer as variáveis de distância e tempo para determinar a velocidade quer mesmo dizer que não desenvolveram a compreensão de velocidade? Será que não conhecem ainda o sentido matemático de taxa de variação pelo fato de não terem demonstrado compreensão da relação matemática que leva à determinação da velocidade? De acordo com Bardin (1977), essas inferências são possíveis desde que os dados apontem para isso de maneira clara e exata, ou seja, inferir que os alunos ainda não têm certas compreensões é possível, mas os dados precisam apontar isso claramente. Como discutido, nesse caso, as inferências serão realizadas pela ausência e não pela frequência de afirmações (temas).

b) Pela frequência: é a mais usada geralmente e também foi usada neste estudo. Neste caso, a importância de uma unidade de registro aumenta com a frequência de sua aparição, ou seja, quanto mais o tema (afirmação) procurado aparecer nos textos de um determinado aluno, mais importante ele é, e mais segurança o pesquisador tem para afirmar que ele compreendeu ou não o conceito, a relação, entre outros.

É possível, por exemplo, enumerar quantas vezes cada tema aparece, por exemplo:

tema 1 = 3 vezes

tema 2 = 0 vezes

tema 3 = 1 vez

Nesse exemplo, a aparição de cada tema tem o mesmo valor.

c) Pela frequência ponderada: nesse caso a aparição ou presença de determinado tema tem maior importância do que outro. Esta regra de contagem também foi usado neste trabalho.

Por exemplo, suponha que a aparição dos temas 2 e 3 tem duas vezes mais importância que a aparição do tema 1. Se para os textos de um determinado aluno tiver aparecido:

tema 1 = 1 vez

tema 2 = 3 vezes

tema 3 = 1 vez

Teremos: tema 1 = 1 vezes = 1

tema 2 = 3 vezes x 2 = 6

tema 3 = 1 vez x 2 = 2

Como podem haver afirmações negativas, ou seja, afirmações que mostram que a concepção inicial do estudante (não científica) ainda está presente, como no caso deste trabalho, o pesquisador pode escolher dar valores negativos quando elas aparecerem. Ou também pode dar valor 1 para elas e valores maiores que 1 (2x1, 3x1, etc.) para as outras que aparecerem. Por fim, pode também dar valor neutro (zero) para afirmações em que não foi possível identificar a compreensão dos alunos, ou seja, afirmações vazias, sem sentido, não claras, entre outras.

4.2.5.3 A Classificação e Agregação: Escolha das Categorias

Segundo Bardin (1977), essa etapa não é obrigatória, mas é utilizada na maioria das vezes. Ela consiste em agrupar as unidades de registro (temas) de acordo com algo que tenham em comum. O que existe em comum é decidido pelo pesquisador e pode ser: temas que estabelecem relações parecidas; que dizem respeito à desconstrução de uma mesma concepção alternativa; que dizem respeito a uma mesma atividade; entre outras. Enfim, o pesquisador pode pensar se é possível e se deseja realizar o agrupamento, denominado categorização. Porém, vale a pena ressaltar, que a categorização é uma técnica que facilita a discussão dos resultados, pois permite discutir a categoria como um todo, ao invés de cada tema separadamente. Por exemplo, neste trabalho, na categoria 1, denominada “relações entre variação da posição e variação do tempo” estão agrupadas as unidades de registro referentes aos temas 2, 5 da lista de referência. Tomando-se a análise por

grupo, os gráficos abaixo (Figuras 10 e 11) apresentam a frequência (ou frequência ponderada) com que cada tema foi encontrado.

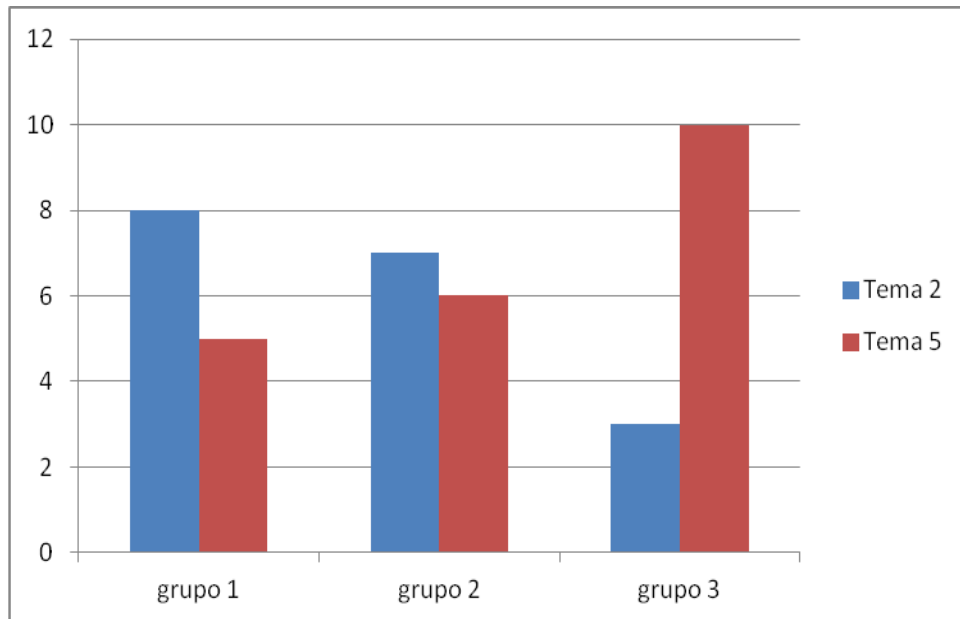


Figura 10: Exemplo de gráfico apresentando a análise por frequência.

Se houver temas que o pesquisador decida considerar negativo, por exemplo, "a não compreensão do conceito de velocidade ou permanência da concepção alternativa da literatura", inserindo-se o tema 7, o gráfico pode ter a aparência da Figura 11:

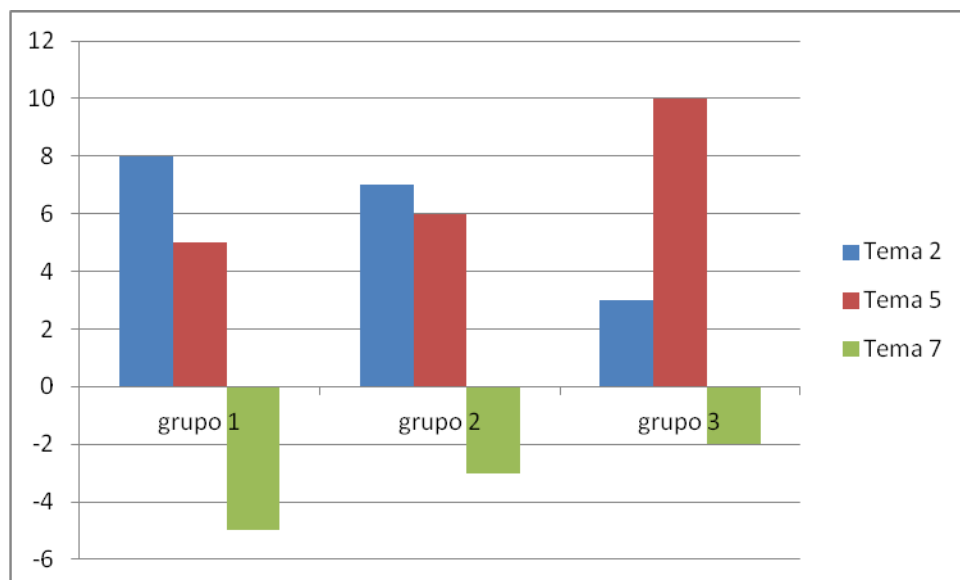


Figura 12: Exemplo de gráfico apresentando analisando a frequência ponderada.

A definição de categorização segundo Bardin é:

[...] uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto, por diferenciação e, seguidamente, por reagrupamento segundo o gênero (analogia), com os critérios previamente definidos. As categorias são rubricas ou classes, as quais reúnem um grupo de elementos (unidades de registro, no caso da análise de conteúdo) sob um título genérico, agrupamento esse efetuado em razão dos caracteres comuns destes elementos (Bardin, 1977, p.117).

e seu objetivo é:

[...] fornecer, por condensação, uma representação simplificada dos dados brutos. Na análise quantitativa, as inferências finais são, no entanto, efetuadas a partir do material reconstruído. Supõe-se, portanto, que a decomposição – reconstrução desempenha uma determinada função na indicação de correspondências entre as mensagens e a realidade subjacente. A análise de conteúdo assenta implicitamente na crença de que a categorização (passagem dos dados brutos a dados organizados) não induz a desvios no material, mas que dá a conhecer índices invisíveis aos dados brutos (Bardin, 1977, p.119).

Essa é uma afirmação interessante, pois o pesquisador pode argumentar que a análise de conteúdo não modifica os dados obtidos do seu trabalho, não influencia na análise distorcendo os dados, ao contrário, segundo o autor, ela traz a tona coisas que poderiam não ser percebidas na análise direta dos dados brutos.

A categorização pode empregar dois processos inversos. O primeiro é fornecido por um sistema de categorias no qual se repartem da melhor maneira possível os elementos (temas) à medida que vão sendo encontrados. Este é o procedimento por “caixas”, aplicável no caso da organização do material, que é o caso deste trabalho.

No segundo, o sistema de categorias não é fornecido, mas emerge da durante a análise dos elementos. Este é o procedimento denominado procedimento por “milha”. O título de cada categoria é definido somente no final da operação.

Existem boas e más categorias. Segundo (Bardin 1977, p.119), um conjunto de boas categorias deve possuir as seguintes qualidades:

- Exclusão mútua: as categorias devem ser construídas de forma que um elemento não possa ter dois ou vários aspectos suscetíveis de fazerem com que fosse classificado em duas ou mais categorias. Se isso acontecer a categoria tem que ser revista, renomeada, reconstruída.
- Homogeneidade: cada categoria deve ser organizada levando-se em conta apenas um princípio de classificação, ou seja, em tal categoria estarão agrupados os temas

(unidades de registro) referentes a uma determinada coisa (afirmação, conceito, etc.) e não a mais de uma. Se isso acontecer, o analista terá categorias com afirmações tão variadas que será mais difícil de analisar do que se analisasse os dados brutos diretamente.

- **Pertinência:** uma categoria é considerada pertinente quando está adaptada ao material de análise escolhido, e quando pertence ao quadro teórico definido, ou seja, as categorias criadas devem refletir a intenções da investigação que o pesquisador está realizando, as questões que quer responder com sua pesquisa, as características das mensagens escritas pelos alunos. Não há problema em ter poucas categorias, isso é melhor do que criar um monte de categorias para inchar o trabalho e com isso ter categorias sem sentido, que poderiam estar agrupadas em uma categoria maior, ou que em nada contribuem para o que o pesquisador está procurando.

- **Objetividade e fidelidade:** Pessoas diferentes analisando os dados devem chegar a resultados iguais, ou seja, se dois diferentes pesquisadores forem, separadamente, analisar as respostas seguindo as categorias criadas, devem chegar ao mesmo resultado, agrupando da mesma forma as respostas nas categorias. Ou pelo menos, os agrupamentos de respostas devem ser quase os mesmos, sendo necessário apenas discutir um caso ou outro que teve categorização diferente. Em vários casos os pesquisadores fazem análises aos pares para comprovarem a objetividade e fidelidade das categorias.

- **Produtividade:** as categorias devem fornecer ao pesquisador resultados férteis em hipóteses novas.

4.2.6 A INFERÊNCIA

A análise de conteúdo fornece informações suplementares ao pesquisador, distanciando-o da sua leitura ingênua e levando-o a compreender mais sobre o texto. Mas o que significa compreender mais sobre o texto? Compreender o quê?

É possível chegar a resultados (inferências) sobre a mensagem (significação e código) e o seu suporte ou sobre o emissor (quem escreve) ou receptor (quem recebe a mensagem escrita).

O pesquisador deverá estar preocupado em inferir sobre a mensagem (no caso deste estudo, produção escrita dos alunos) e considerar que o que for encontrado representa a compreensão de quem escreveu a mensagem (os alunos), isso porque, como dito anteriormente, a mensagem representa o emissor.

Segundo Bardin (1977, p.134), na análise da mensagem existem duas possibilidades: considerar o significante e os significados ou considerar o código e a significação. O pesquisador deve estar preocupado em inferir (tirar conclusões) a partir do código e da significação. Para compreender melhor o que o autor que dizer, ele define o código ou significante como sendo o indicador capaz de revelar realidades subjacentes. Por exemplo: "Em que medida o comprimento das frases de um discurso político nos informa sobre a segurança do orador?". No caso deste estudo, considera-se como código ou significante: "Como as relações estabelecidas pelos alunos quanto aos conceitos de distancia percorrida e tempo refletem sua compreensão do conceito de velocidade"

Analisando cada categoria o pesquisador irá se perguntar e tentar responder:

- Qual é a frequência de cada tema (unidade de registro)?
- Temos temas negativos? Em caso afirmativo, aparecem em número grande ou em número pequeno?
- Em qual atividade tivemos mais temas positivos do que negativos ou mais frequência do tema X do que do tema Y?
- Quais temas estiveram ausentes? Qual tema não apareceu em nenhum momento?

Em relação às definições de significação ou significado, pode dizer que, depois de passar pelo estudo do código, pode-se realizar uma análise do significado do que foi encontrado. Por exemplo, analisando as respostas das questões citadas acima o pesquisador irá se perguntar e tentar responder:

- O que nos revela cada resposta dada às questões anteriores? O que o fato de aparecer tal tema com grande frequência nos revela? O que o fato de aparecer tal tema com pequena frequência, ausência ou negativos nos revela? O que podemos afirmar sobre o conhecimento dos alunos após a realização das atividades? Existem

sujeitos que ainda permanecem com a concepção alternativa estruturada? Existem sujeitos que evoluíram, mesmo ainda não demonstrando o conhecimento científico? Em que sentido é possível afirmar que os resultados encontrados se devem à atividade realizada? Essa última questão, no caso deste estudo, será respondida a partir da análise das respostas dadas à pergunta final que foi colocada nos questionários que os alunos responderam ao fim de cada atividade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As análises desenvolvidas neste trabalho foram realizadas a partir das respostas dadas ao teste diagnóstico e da produção escrita dos alunos após a realização das atividades investigativas. A metodologia de análise utilizada foi a Análise de Conteúdo de Bardin (1977). Para isso utilizou-se as respostas dadas ao teste diagnóstico e a produção escrita dos alunos. Assim, foram realizadas três estudos com diferentes objetivos.

5.1 ESTUDO 1: ANÁLISE DAS RESPOSTAS DADAS AO TESTE DIAGNÓSTICO

Este estudo foi dividido em dois momentos distintos com diferentes objetivos. No primeiro momento foi elaborado um questionário com cinco questões discursivas (Anexo 6). As questões foram elaboradas com base nas concepções apresentadas pela literatura (LEITE, 1993). Esse questionário foi aplicado como pré-teste a uma turma de vinte estudantes do 3º ano do curso de eletromecânica, ou seja, com idade e nível de formação semelhante aos futuros participantes da pesquisa. Esses alunos participaram voluntariamente desta pesquisa, porém, não foi entregue a esses alunos o termo de consentimento de participação a ser assinado por seus responsáveis.

O objetivo deste estudo foi avaliar o nível das questões, seu entendimento pelos alunos, clareza das questões e figuras e tempo gasto para responder. A partir do resultado deste estudo foi possível validar as questões e ajustar o questionário antes da sua aplicação à turma de interesse, por exemplo, o número de questões foi diminuído para três, figuras foram modificadas, entre outros ajustes.

O segundo momento deste estudo consistiu em aplicar o questionário diagnóstico já revisado no grupo de alunos de interesse da pesquisa, os dezoito alunos do 1º ano de eletromecânica, ou seja, apenas os alunos que assinaram o termo de consentimento. O questionário diagnóstico (Anexo 2) foi aplicado pelo pesquisador no contra turno e os estudantes tiveram três horas para responderem as questões.

O objetivo desta etapa foi perceber como os estudantes compreendiam o conceito de velocidade nas situações apresentadas e quais concepções alternativas compartilhavam. Tomando como base o conceito de velocidade apresentado pela física, os estudantes poderiam compreendê-la como:

- a razão entre o deslocamento e o intervalo de tempo durante o qual o deslocamento ocorre (velocidade média);
- a razão entre a distância total percorrida e o intervalo de tempo gasto para o percurso (velocidade escalar média);
- a razão entre o deslocamento e o intervalo de tempo durante o qual o deslocamento ocorre, quando o intervalo de tempo tende a zero (velocidade instantânea);

A primeira questão do questionário diagnóstico consistia em dois amigos que apostavam uma corrida pelas ruas de Cachoeiro de Itapemirim com carros que andavam a velocidades constantes. Eles largavam ao mesmo tempo, porém um escolhia o caminho mais curto e outro o mais longo. Devido à questão do trânsito eles chegavam ao destino ao mesmo tempo. Era perguntado ao aluno, na letra (a) desta questão, se podia-se afirmar que as velocidades dos amigos eram iguais. O aluno deveria perceber que não, já que as distâncias percorridas eram diferentes, mesmo o tempo sendo igual para ambos.

Nesta questão a maioria dos alunos percebeu que as velocidades não eram iguais, pois a distância percorrida não era a mesma para os dois amigos. Este resultado não indica concepção alternativa na maneira de pensar do aluno. Um exemplo é a resposta dada a esta questão pelo aluno 6 que respondeu:

Não, porque a distância percorrida deles era diferente, e eles gastaram o mesmo tempo e não sofreram aceleração, logo quem pegou o caminho azul teve que ter uma velocidade maior de quem pegou a avenida preta, para que cheguem ao mesmo tempo (Aluno 6).

O aluno seis percebe a diferença entre as velocidades e afirma que esta diferença se dá pela diferença nas distâncias percorridas.

A segunda questão apresentava uma figura (adaptada do Force Concept Inventory, Hetenes et al 1992) que mostrava, sobre uma reta milimetrada, as posições de duas

peessoas disputando uma corrida para cada segundo do seu movimento. Os alunos deveriam perceber que uma delas estava se deslocando em movimento retilíneo uniforme e a outra em movimento retilíneo uniformemente variado. Assim, a pessoa que estava se deslocando em MRUV nos primeiros instantes de movimento estava em uma velocidade inferior à outra que se deslocava a MRU. Ao longo do tempo ocorria a ultrapassagem. Era questionado se em algum momento do movimento as duas pessoas tinham a mesma velocidade.

A resposta esperada para esta questão era que o aluno relacionasse a velocidade com o deslocamento e o tempo. Assim perceberiam que as velocidades de Márcia e Gabriel foram iguais em algum momento entre os instantes dois e três segundos. Porém, a resposta mais encontrada para esta questão foi que as velocidades eram iguais quando a posição é a mesma.

Sim. Nos momentos de 1 e 4 segundos, é o momento que eles se encontram. Nesse tempo a velocidade de Gabriel é maior que a de Marcia, por isso que eles se encontram, assim a velocidade de Gabriel fica igual a de Marcia, mas antes deles se encontram a velocidade de Gabriel teve que ser maior (Resposta dada pelo aluno 9).

Ele afirma que as velocidades antes do encontro eram diferentes – com a de Gabriel sendo maior – e iguais no encontro. Nesta questão a velocidade de Gabriel no momento do encontro era maior que a de Marcia, porém, o aluno nove parece ter dúvidas.

A terceira questão mostrava o momento em que duas motos cruzavam, ao mesmo tempo, uma linha marcada na pista em frente ao IFES em Cachoeiro de Itapemirim. O movimento foi observado pelo vigilante que se encontrava na guarita da escola. Era perguntado ao aluno se podia afirmar que as motos tinham a mesma velocidade no momento que cruzavam a linha na pista.

A resposta esperada para esta questão era a percepção, por parte do aluno, que a velocidade podia ou não ser igual, isto dependia de informações anteriores ou posteriores ao encontro. As motos poderiam sim estar à mesma velocidade e após o encontro continuariam seus movimentos emparelhadas, ou não teriam a mesma velocidade e o momento do encontro seria na verdade o momento da ultrapassagem.

A resposta mais encontrada nesta questão foi que as velocidades eram iguais, pois a posição era a mesma.

Sim. Porque eles estavam passando ao mesmo tempo, então a velocidade deve ser igual, se um tivesse velocidade maior que o outro, um estaria na frente do outro (Declaração dada pelo aluno 9).

O aluno nove, como na questão anterior, novamente demonstra pensar que as velocidades são a mesma quando as posições são as mesmas. Ele afirma que para que as velocidades sejam diferentes uma moto deveria estar à frente da outra.

Com base nas respostas encontradas no diagnóstico foram elaboradas três atividades experimentais investigativas que colocavam à prova a concepção alternativa mais comum entre os estudantes, a de que dois móveis têm a mesma velocidade no instante em que se cruzam porque se encontram simultaneamente na mesma posição. As três atividades elaboradas também passaram por um processo de pré-testagem, sendo realizadas com o mesmo grupo de vinte estudantes do 3º ano do curso de eletromecânica que participaram da validação do questionário diagnóstico. A pré-testagem se mostrou útil, pois foi possível perceber a impossibilidade de realização da primeira atividade no chão, também apontou alguns detalhes a serem modificados nas atividades e serviu de base para o pesquisador perceber dificuldades dos estudantes e com isso planejar questionamentos e direcionamentos a serem dados. Também orientou a elaboração de um guia a ser entregue aos estudantes. Nele havia espaço para registrarem hipóteses, meio encontrado para solucionar o problema apresentado na atividade, avaliação da atividade e, ainda, questionamentos que os conduziam a refletir sobre o resultado.

5.2 ESTUDO 2: INVESTIGAÇÃO DE EVOLUÇÃO CONCEITUAL A PARTIR DA REALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS

Os resultados apresentados neste estudo foram realizados a partir da análise das produções escritas pelos alunos após a realização de cada atividade investigativa. Uma vez que as atividades foram elaboradas com base na concepção alternativa de que dois móveis que estão na mesma posição têm a mesma velocidade, a intenção deste estudo foi verificar se as atividades propostas contribuíram para a evolução

conceitual desta concepção. Vale destacar que este trabalho considera como evolução a mudança de uma concepção alternativa inicial para outra concepção, seja relacionada ao conceito cientificamente aceito ou não.

Tal análise teve como metodologia a Análise de Conteúdo (BARDIN, 1977), que utiliza indicadores presentes nas mensagens para realçar as inferências de natureza psicológicas, sociológicas, políticas, históricas, entre outras, do emissor/receptor dessa mensagem. Neste estudo, foi utilizada a técnica de análise denominada temático frequencial, que consiste em contar a frequência com que uma determinada palavra, frase ou associação de ideias aparece no texto (Bardin, 1977). Como unidade de registro utilizou-se o tema, que é uma afirmação acerca de um assunto através da qual pode-se realizar a inferência.

A primeira etapa da análise envolveu a leitura flutuante (pré-análise) das respostas escritas. Embora todas as atividades tenham sido filmadas, para não tornar o trabalho muito extenso, optou-se por realizar as análises apenas a partir do material escrito.

A pré-análise das respostas dos alunos revelou a possibilidade de três temas, denominados tema A, tema B e tema C. O primeiro (tema A), relacionado a uma concepção alternativa, envolve declarações que consideram que dois móveis têm a mesma velocidade no instante em que se cruzam, porque se encontram simultaneamente na mesma posição. Como exemplo, destaca-se a declaração escrita de um aluno após realizar a primeira atividade experimental. Ao ser perguntado se era possível afirmar que os carrinhos tinham a mesma velocidade quando passavam juntos pela marca posta no final da bancada, respondeu:

Sim. Porque para que os dois tivessem passando juntos na mesma marca é preciso que os dois possuam a mesma velocidade, caso não tivesse eles não se encontrariam, pois um seria mais rápido que o outro. (*Aluno 9*).

Outro exemplo foi a resposta dada pelo aluno 3 à mesma questão:

Sim, pode-se afirmar que os dois carrinhos possuem a mesma velocidade somente quando eles se encontram na linha marcada (*Aluno 3*).

Como pode ser percebido, nos dois casos, os alunos parecem construir sua concepção baseados no que é mais imediato, ou seja, a visão de 2 carrinhos

passando juntos pela marca de chegada na bancada. Sem realizar uma análise em termos da distância percorrida por cada um e pelo tempo gasto, ambos os alunos afirmam que os carrinhos têm a mesma velocidade porque ocupam a mesma posição no instante de chegada.

O segundo tema (tema B) envolve declarações nas quais os alunos afirmam que os carrinhos não têm a mesma velocidade e relacionam, de alguma forma, esse fato à relação entre distância percorrida e tempo gasto no percurso. Como exemplo, destaca-se a resposta dada pelo aluno 2 para a mesma questão após a primeira atividade experimental, reconhecendo conceitualmente e matematicamente a relação entre as grandezas espaço percorrido e tempo.

Não. Eu posso afirmar somente que eles tem o espaço final em comum. $V=S/T$, logo, para as velocidades serem iguais, não basta o tempo do percurso ser o mesmo, a distância também tem que ser igual. (Aluno 2).

Também foram incluídas nesse tema declarações em que os alunos reconheciam que os carrinhos não tinham a mesma velocidade na chegada, mas se baseavam no fato de suas velocidades serem constantes e diferentes durante o percurso (aluno 17). Mesmo não sendo uma explicação baseada nos conceitos científicos ou nas relações entre grandezas, mostra que os alunos não são conduzidos à concepção alternativa pela simples observação do fenômeno.

Não, afinal, suas velocidades são constantes durante todo o percurso e não há como obterem velocidades iguais, já que um era mais lento que o outro (Aluno 17).

O terceiro (tema C) envolve declarações que indicam um conhecimento diferente daquele aceito cientificamente, mas que diferem também da concepção alternativa descrita no tema A. Nesse caso, os alunos, embora afirmem que os carrinhos não têm a mesma velocidade na posição de encontro, buscam explicações baseadas em concepções alternativas variadas, afirmando que isso se deve à diferença de massa, força, aceleração entre outros. Também pertencem ao tema C justificativas que não relacionavam as variáveis tempo e distância e/ou não levavam em conta a informação de que as velocidades eram constantes.

Como exemplo destaca-se a declaração do aluno 15 ao responder uma questão do questionário diagnóstico. A questão apresentava uma figura (adaptada do Force

Concept Inventory, Hetenes *et al* 1992) que mostrava, sobre uma reta milimetrada e a cada segundo, as posições de duas pessoas disputando uma corrida.. Os alunos deveriam perceber que uma delas estava se deslocando em movimento retilíneo uniforme e a outra em movimento retilíneo uniformemente variado. Assim, a pessoa que estava se deslocando em MRUV nos primeiros instantes de movimento estava em uma velocidade inferior à outra que se deslocava a MRU. Ao longo do tempo ocorria a ultrapassagem. Era questionado se, em algum momento do movimento, as duas pessoas tinham a mesma velocidade. A resposta do aluno foi:

Não, porque não ha momentos que ambos permaneçam ao menos dois segundos num mesmo local, sendo a cada local que os segundos se encontram um momento de ultrapassagem, onde um móvel estará com velocidade superior que o outro (Aluno 15).

O aluno 15 não reconhece que as duas pessoas teriam a mesma velocidade em um determinado instante de tempo, mesmo tendo posições diferentes. Além disso, o aluno relaciona o fato de terem a mesma velocidade ao tempo de permanência em um mesmo local. Não foi possível compreender de que forma o aluno percebe essa relação, uma vez que não foram realizadas entrevistas para que explicassem suas respostas.

Outro exemplo é a declaração escrita pelo mesmo aluno 15 após realizar a primeira atividade experimental. Ao ser perguntado se podia afirmar que os carrinhos tinham a mesma velocidade quando passavam juntos pela marca posta no final da bancada respondeu da seguinte maneira:

Não, pelo fato de que o que é mais veloz está aplicando uma maior aceleração para fazer a ultrapassagem. O carro 1 vai passa pelo mesmo ponto que o carro 2 em algum momento, só que não com a mesma velocidade (Aluno 15).

A justificativa dada pelo aluno 15 no teste diagnóstico é diferente daquela dada à questão respondida após a realização da atividade experimental. No entanto, ele desconsidera que os carrinhos têm velocidades diferentes e constantes, usando a aceleração como explicação para o fato de haver ultrapassagem.

Mais um exemplo é a declaração escrita do aluno 6 que, após realizar a primeira atividade experimental, respondeu a mesma pergunta anterior da seguinte maneira:

Não pois eles saíram de posições diferentes e a força que atuava sobre cada um deles era diferente. Essa massa aumenta a inércia do carrinho, assim irá demorar mais para alcançar uma determinada força (Aluno 6).

Percebe-se que o aluno 6, além de não considerar que as velocidades eram constantes, confunde os conceitos de velocidade, força e aceleração como justificativa para a resposta.

A frequência de cada tema pode ser visualizada no gráfico a seguir.

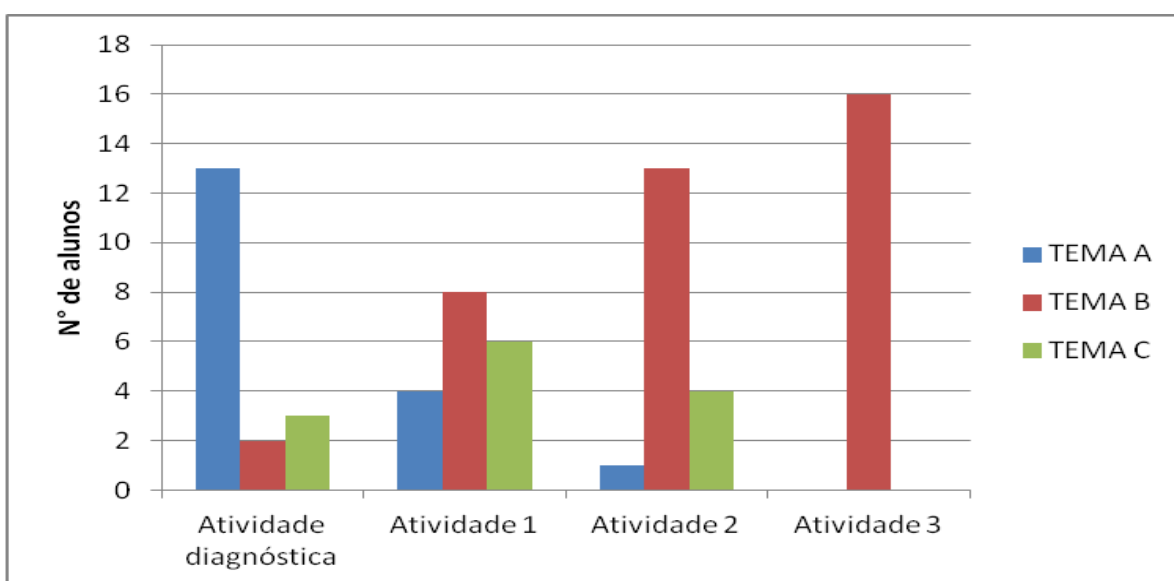


Figura 13: Gráfico indicador da evolução conceitual a respeito da concepção alternativa.

A análise de conteúdo orienta que o pesquisador deve formular hipóteses e objetivos, que poderão ser investigados a partir dos indicadores escolhidos (Bardin, 1977, p.98). A hipótese referiu-se ao seguinte questionamento: “será verdade que – tal como sugerido pela análise a priori do problema e pelas minhas leituras – é possível perceber uma maior compreensão dos estudantes com relação ao conceito de velocidade e contribuições das atividades investigativas para isso?” Os indicadores de evolução conceitual foram declarações que apontavam a compreensão, pelo aluno, de que o fato de dois corpos em movimento estarem na mesma posição não significa, necessariamente, que possuam a mesma velocidade.

Conforme se observa na Figura 13, as respostas da maioria dos alunos após a atividade diagnóstica apresentam declarações que demonstram a concepção

alternativa. Mesmo após uma instrução formal no estudo de cinemática, que foi realizada no primeiro bimestre, os alunos ainda pensavam de acordo com as concepções alternativas. Isso confirma que tais concepções são persistentes, resistentes à mudança e são barreiras à aprendizagem de conhecimentos cientificamente aceitos (PINTÓ *et al*, 1996); (PIETROCOLA, 2001).

Percebe-se que, após a realização da primeira atividade, houve uma diminuição no número de declarações relacionadas ao tema A - frequentes no teste diagnóstico - e aumento do número de declarações referentes ao tema B e C. Portanto, a atividade parece ter contribuído para a evolução conceitual de alguns estudantes. Alguns deles se aproximaram da concepção cientificamente aceita e outros apenas se distanciaram da concepção alternativa inicial, demonstrada no teste diagnóstico. Este resultado corrobora com as discussões levantadas neste trabalho por Mortimer (1996) e por Pozzo e Crespo (2009), que defendem a ideia de que uma evolução conceitual não necessariamente seria a passagem de uma forma de pensar intuitiva para uma científica e sim uma mudança na forma de pensar do aluno.

Após a realização da atividade dois ocorre diminuição das declarações relacionadas às duas formas de concepção alternativa (tema A e tema C) e aumento das declarações relacionadas ao tema B.

Ao testarem suas hipóteses, os alunos eram colocados diante de situações que geravam “conflito cognitivo” (CARVALHO, 1992), principalmente ao descobrirem que os carrinhos que haviam sido utilizados na primeira atividade não tinham a mesma velocidade, contrariando as declarações dadas anteriormente. Situações de conflito cognitivo têm um importante papel na evolução conceitual. No entanto, assim como discutido pela literatura, os resultados mostram que uma atividade apenas não foi suficiente para que todos os alunos evoluíssem conceitualmente da concepção alternativa inicial para o conhecimento envolvido no tema B. Foi necessária uma sequência de atividades investigativas para se alcançar esse objetivo (CARVALHO, 2013). Assim, é possível perceber que, mesmo após a realização de duas atividades experimentais com uma metodologia de ensino investigativa, ainda verifica-se a presença de declarações relacionadas às diferentes concepções alternativas.

Após a realização das três atividades todas as declarações estavam de acordo com aquele conhecimento considerado no tema B, o que indica que a sequência de atividades proposta atingiu seu objetivo em promover uma evolução conceitual daqueles alunos. Algumas declarações dos alunos, quando perguntados sobre mudanças percebidas com relação às suas ideias iniciais, corroboram com essa conclusão.

Antes, eu não entendia porque não é possível afirmar que a velocidade no momento que atravessam a linha é a mesma, diferente de agora que pude tornar isso mais concreto. (Declaração dada após a realização da segunda atividade pelo aluno 8).

A principal coisa que mudou para mim foi que antes eu pensava que móveis no encontro tinham velocidades iguais. Porém depois de um exemplo prático, penso totalmente diferente. (Declaração dada após a realização da terceira atividade pelo aluno 6)

Verifica-se neste trabalho que, o uso desta sequência de atividades experimentais, pensada na proposta investigativa, tem potencial para contribuir para um melhor aprendizado dos conceitos físicos dos alunos de ensino médio. Nesse sentido, vale a pena discutir e repensar as atividades experimentais que tradicionalmente são desenvolvidas e buscar alternativas que aproveitem, da melhor maneira, o espaço que escolas como os IFES possuem para este trabalho. Os resultados encontrados concordam com as pesquisas que têm apontado que estudantes de todos os níveis aprendem com maior facilidade quando submetidos a uma metodologia que se baseia na investigação científica, parecida com a realizada em laboratórios científicos (AZEVEDO, 2006; CARVALHO, 2013; ZÔMPERO e LABURÚ, 2011; CARVALHO *et al*, 1998 e MUNFORD e LIMA, 2007).

5.3 ESTUDO 3: INVESTIGAÇÃO DA EVOLUÇÃO NO CONCEITO DE VELOCIDADE (QUALITATIVO E QUANTITATIVO)

Através das análises das produções escritas dos alunos, investigou-se a possível evolução no conceito de velocidade à medida em que realizavam as atividades propostas.

O conceito de velocidade é complexo, não envolve apenas entendimento qualitativo, mas a compreensão também das grandezas envolvidas e de como elas se relacionam. Então, a compreensão desse conceito envolveria entendimento

qualitativo (velocidade enquanto rapidez de um corpo, por exemplo) e também o reconhecimento de que esta depende da distância, do tempo gasto e de como essas grandezas se relacionam. Isso porque é um conceito com caráter matemático, por se tratar de uma taxa de variação.

O indicador de evolução foi o reconhecimento ou a compreensão da necessidade de relacionar, enquanto quociente, as variáveis distância percorrida (deslocamento) e tempo gasto (variação de tempo). Esta análise foi feita pela frequência ponderada (Bardin, 1977) com pesos definidos nos próprios temas.

A leitura flutuante das respostas dadas às questões do questionário diagnóstico e dos registros escritos após a realização das atividades revelou a possibilidade de três temas.

O primeiro (tema -1) com peso (-1), envolve declarações que não reconhecem a necessidade das variáveis de distância percorrida (deslocamento) e variação de tempo para determinar a velocidade de um móvel. Como exemplo, destaca-se a declaração do aluno 9. Após realizar a segunda atividade experimental os alunos precisavam responder à seguinte questão: "Então, para descobrir a velocidade de alguém, o que nós precisamos conhecer a respeito do seu movimento? Explique com suas palavras".

A resposta dada pelo aluno 9 foi:

Para descobrir, nós precisamos saber se o movimento é uniforme, ou seja, sempre igual, sem alteração na sua velocidade, ou se é variado, com alteração na velocidade (Aluno 9).

Outro exemplo é a declaração escrita de outros alunos que responderam a mesma questão da seguinte maneira:

Precisamos saber se a velocidade dele é constante e a aceleração. Para podermos calcular sua velocidade (Aluno 3).

Para descobrir a velocidade, precisamos saber, primeiramente, se há ou não aceleração, neste caso não havia aceleração, ou seja, movimento retilíneo uniforme (M.R.U.) (Aluno 14).

Em todos os casos observa-se que os alunos focam no tipo de movimento, possivelmente, por terem estudado esse conteúdo recentemente. Dessa forma, parecem não reconhecer a distância percorrida e o tempo como variáveis

importantes e são levados a focar sua atenção no conceito de aceleração. Aparentemente, estão se referindo ao cálculo matemático da velocidade a partir da utilização da equação na qual é necessário informar a aceleração.

O segundo (tema +1) com peso (+1), envolve declarações que reconhecem a necessidade das variáveis de distância percorrida (deslocamento) e do tempo gasto, porém, não estabelece a relação matemática entre elas. Como exemplo destaca-se a resposta do aluno 16 dada a mesma questão anterior:

Para se descobrir a velocidade de alguém, nós precisamos saber a distância percorrida e o tempo que essa pessoa gastou para chegar no local, mas também temos que saber se aquela pessoa parou na estrada, pois o tempo que nos interessa é o que ela estava na estrada, descontando o tempo que ela ficou parada na estrada ou em outro lugar (Aluno 16).

Outro exemplo é a declaração escrita de outros alunos que responderam a mesma questão da seguinte maneira:

Para saber a velocidade média, só precisamos da distância que foi percorrida e o tempo necessário para percorrê-la, pois assim tem-se uma média de quanto ela andaria se ficasse constante (Aluno 8).

Se a velocidade for constante nós precisamos analisar uma parte do movimento e descobrir o tempo que levou para percorrer aquela parte e a distância (Aluno 2).

Em todos os casos os alunos reconhecem a necessidade de conhecer a distância percorrida e o tempo gasto. No caso do aluno 16, são feitas outras considerações que não envolvem apenas o ponto de partida e o ponto de chegada, mas acontecimentos intermediários que poderiam interferir nos resultados. O aluno 8 também reconhece a necessidade das variáveis, porém não está claro o sentido dado à palavra "média" e o que ele considera ficar "constante". Embora cite as variáveis distância e tempo, o aluno 2 não parece estabelecer uma relação matemática entre elas e considera apenas o caso em que a velocidade seria constante. Por fim, o aluno 15 aparentemente pensa em termos de alguma equação matemática que envolveria aceleração, velocidade e tempo, mesmo assim, de acordo com o que foi definido para o tema (+1), reconhece que as variáveis tempo e distância são importantes.

O terceiro (tema +2) com peso (+2), envolve declarações que reconhecem a velocidade enquanto quociente entre as variáveis distância percorrida e variação de

tempo. Como exemplo, destaca-se a resposta dada pelo aluno 9 após realizar a terceira atividade experimental, ao ser perguntado: "Para descobrir a velocidade de um móvel qualquer o que é necessário saber? Por que?"

Para descobrirmos a velocidade de um móvel qualquer, devemos analisar o tempo que ele gasta para percorrer determinado espaço e o tamanho do espaço que foi percorrido e depois dividir o espaço pelo tempo (Aluno 9).

Outro exemplo é a declaração escrita de outros alunos que responderam a mesma questão da seguinte maneira:

É necessário saber o espaço e o tempo demorado para percorrer esse espaço, pois através dessas informações, podemos dividir o espaço percorrido pelo tempo gasto para percorrer, assim encontra-se o valor da velocidade (Aluno 12).

É necessário saber a distância que o móvel percorreu e também o tempo que ele gastou para concluir aquele trajeto percorrido, porque você sabendo essas duas informações, você consegue dividir o espaço pelo tempo e achar a velocidade (Aluno 16).

Em todos os casos, os alunos reconhecem explicitamente a relação matemática entre as variáveis tempo e distância percorrida. É importante destacar que estas afirmações foram dadas depois de os alunos realizarem a atividade experimental 3, ou seja, depois já terem sido colocados diante de diferentes situações para discutirem o conceito de velocidade.

Com base nesses temas e na análise das respostas dos questionários respondidos pelos alunos foi gerado o gráfico da figura 2.

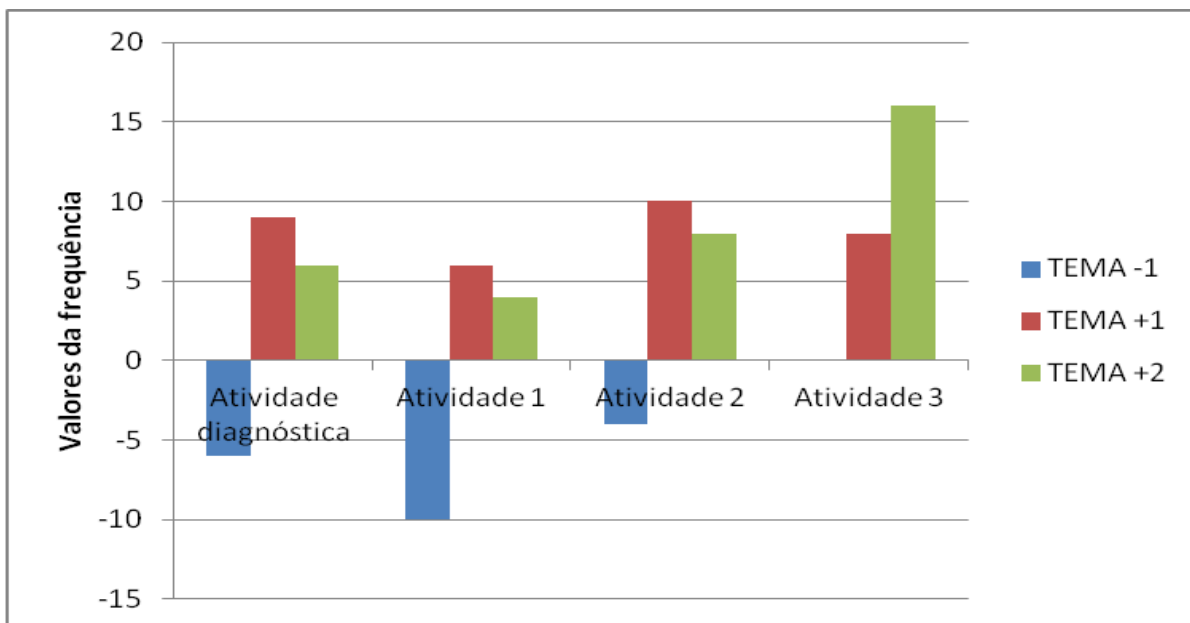


Figura 14: Gráfico indicador da evolução conceitual a respeito do conceito de velocidade.

Conforme se observa na Figura 14, as duas últimas atividades contribuem melhor para a evolução da compreensão do conceito de velocidade em termos do reconhecimento das grandezas envolvidas e de suas relações. Uma vez que a primeira atividade conduziu os alunos ao estabelecimento de relações qualitativas, as atividades dois e três oportunizaram aos alunos calcularem os valores das velocidades dos carrinhos e comprovarem a conclusão a qual haviam chegado na atividade 1.

Portanto, atividades de caráter investigativo podem ser utilizadas também para o desenvolvimento do raciocínio matemático. Ou seja, as atividades experimentais dois e três, desenvolvidas neste trabalho, são complementares às atividades do tipo da atividade um. Uma vez que os alunos têm uma compreensão conceitual e conseguem estabelecer relações qualitativas, essas atividades (dois e três) complementam esse conhecimento, levando a um aprofundamento que envolve relação entre grandezas e reconhecimento de grandezas envolvidas.

Em uma situação de sala de aula os professores costumam trabalhar o conteúdo baseado, desde o início nas equações matemáticas. Uma proposta defendida neste trabalho é a de inicialmente trabalhar com os alunos a parte conceitual do conteúdo

de velocidade e, após isso, apresentar atividades que levem os alunos a construir as relações matemáticas. Então, as relações matemáticas a respeito do conteúdo de velocidade são construídas pelos alunos com base em um conhecimento conceitual inicial, o professor não dá a equação pronta, o aluno a constrói através da atividade.

Tanto na atividade dois quanto na atividade três, a questão a ser investigada pelos alunos durante o experimento era a velocidade dos carrinhos. Durante a tentativa de atingir esse objetivo os alunos eram levados a pensar e a testar suas hipóteses. De acordo com Carvalho (2013), uma importante característica das atividades investigativas é justamente a oportunidade dada aos alunos em testar suas próprias concepções. Os alunos, na tentativa de explicar como chegaram ao resultado, e por que, foram forçados a sistematizar o conhecimento e a ampliar seus próprios vocabulários. Isso confirma o que disse Carvalho (2013), "é o início do aprender a falar ciência".

Percebe-se que a primeira atividade (atividade um) não contribuiu efetivamente para a evolução conceitual e/ou matemática do conceito de velocidade. Isso se justifica pelo fato de que essa atividade foi pensada, pelo pesquisador, com objetivo apenas de promover uma evolução na concepção alternativa que mais apareceu no teste diagnóstico. Porém, juntamente com as demais, compôs um cenário que conduziu os alunos a repensarem o conceito de velocidade. Assim, o que se percebe é que a sequência de atividades proposta atingiu seu objetivo em contribuir para uma evolução no conceito de velocidade, tanto conceitualmente, quanto matematicamente. Isso confirma a importância de uma sequência de atividades investigativa, o que está de acordo com o referencial deste trabalho e com os resultados de estudos anteriores (AZEVEDO, 2006; CARVALHO, 2013; ZÔMPERO e LABURÚ, 2011; CARVALHO ET AL, 1998 e MUNFORD e LIMA, 2007).

Vale a pena resaltar que, apesar de estarmos considerando que a sequência de atividades proposta atingiu seu objetivo, percebe-se (Figura 14) que após a realização da atividade três alguns alunos ainda foram enquadrados no (tema +1). Ou seja, estes alunos reconheceram a importância das variáveis de distância e tempo para determinar a velocidade, mas não a relação matemática entre elas. Isso resulta no fato de que é necessária a realização de outras atividades com a mesma perspectiva

investigativa. Este fato não contesta o resultado já mostrado, haja visto que em uma evolução conceitual não há a necessidade de, ao final, todos possuírem o conhecimento cientificamente aceito (MORTIMER, 1996; POZZO e CRESPO, 2009). É importante que, ao final, todos tenham saído de um estágio de conhecimento mais intuitivo e se aproximado de um conhecimento mais formal, cientificamente aceito. A sequência de atividades proposta neste trabalho parece ter contribuído para a evolução conceitual de todos os alunos, pois, de acordo com a Figura 14 não tem nenhum aluno no tema -1 após a realização da atividade três.

Verifica-se que esta sequência apenas não foi suficiente em fazer com que todos os alunos envolvidos nesta pesquisa chegassem ao conhecimento cientificamente aceito a respeito do conceito de velocidade. Observa-se na Figura 14 que, mesmo após a realização da terceira atividade experimental, há alunos que se enquadram no tema +1, o que leva o pesquisador a concluir que é necessário a realização de novas intervenções com os alunos pelo professor. Porém, acredita-se que aplicar esta sequência de atividades investigativas logo no início do estudo do conceito de velocidade seria uma boa metodologia de ensino.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo investigar a possibilidade de contribuição de atividades com caráter investigativo para a evolução conceitual do conceito de velocidade. Para isso, foi realizado o levantamento das concepções iniciais apresentadas pelos alunos, da concepção mais comum entre os estudantes e criadas atividades que pudessem contribuir para a sua evolução conceitual.

A aplicação do teste diagnóstico mostrou que os estudantes apresentavam um conhecimento baseado em concepções alternativas mesmo após já terem estudado cinemática. Isso confirma os resultados encontrados por outros pesquisadores que afirmam que as concepções alternativas são um grande obstáculo ao aprendizado e são difíceis de serem mudadas, uma vez que são fruto de observações de toda uma vida (PIETROCOLA, 2001); (CARVALHO e TEIXEIRA, 1985); (CARVALHO, 2013); (POZO e CRESPO, 2009); (MORTIMER, 1996). Além disso, Foi possível perceber que a concepção relatada por Leite (1993) – dois móveis têm a mesma velocidade no instante em que se cruzam, porque se encontram simultaneamente na mesma posição – foi a mais encontrada nas respostas dadas pelos alunos. Isso contribuiu para a elaboração das atividades investigativas e para os guias que os alunos usaram durante as atividades.

As atividades propostas nesta pesquisa se mostraram satisfatórias em atingir os objetivos da pesquisa. Ao contrário do que normalmente é feito em sala de aula, durante as atividades, os alunos foram levados a levantar e testar suas hipóteses, além de discutir os resultados encontrados com o grupo. A criação de situações de "conflito cognitivo" se mostrou uma boa estratégia de ensino-aprendizagem, colocando os alunos frente a situações nas quais suas concepções alternativas eram incapazes de resolver o problema proposto (ZYLBERSZTAJN, 1983); (CARVALHO e TEIXEIRA, 1985); (PEDUZZI e PEDUZZI, 1985).

As atividades dois e três possibilitaram aos alunos uma evolução conceitual tanto qualitativa quanto quantitativa, o que mostra que as atividades investigativas podem ser usadas com o objetivo de evoluir as concepções dos alunos matematicamente.

Quanto às implicações para o ensino, ou para a sala de aula, esta pesquisa defende o uso das atividades investigativas paralelamente às aulas teóricas. Acredita-se que as atividades experimentais tradicionais não possibilitam ao professor investigar o conhecimento inicial dos alunos. Então, o uso de atividades experimentais investigativas, além de ajudar o professor a investigar as concepções alternativas dos alunos e assim planejar suas aulas, também dá a possibilidade de criar “conflitos cognitivos”, e através deles, os alunos evoluírem conceitualmente se aproximando do conhecimento cientificamente aceito.

Esta pesquisa também defende que uma boa estratégia de ensino seria aplicar sequências de atividades experimentais investigativas, com objetivo de levar os alunos a construir, ou perceberem, as relações matemáticas antes de o professor trabalhar formalmente as equações.

A pesquisa aqui desenvolvida abre oportunidade para investigações mais aprofundadas, elaboração de outras atividades, criação de estratégias metodológicas, e mais discussões a respeito do uso de sequências de atividades investigativas no ensino de física. Mostra a importância de pensar novas possibilidades de utilização do laboratório, que fujam da maneira tradicional na qual o aluno segue um roteiro fechado com o objetivo de verificar um fenômeno, se tornando um coletor de medidas (AZEVEDO, 2006). Além disso, traz proposta para a utilização diferenciada dos kits que são comprados pelas escolas e que trazem atividades focadas apenas na coleta de dados.

Por fim, uma aula experimental pensada como uma investigação científica é uma boa estratégia de ensino. Esta maneira de utilizar o laboratório da escola, diferenciada da tradicional, agradou aos alunos. Em depoimentos eles afirmam que as aulas experimentais os ajudaram a entender melhor o conceito de velocidade.

Agora a forma de entender sobre velocidade em ponto de encontro ficou mais clara já que o experimento deixa isso bem obvio mostrando no cronômetro e dando a chance de entender e calcular (Declaração dada pelo aluno 8 após a ultima questão da 3° atividade).

Como já citei agora recito, essas aulas experimentais fizeram com que eu tivesse uma visão mais ampla do assunto de velocidade, auxiliando assim no aprendizado da teoria. Tive grande satisfação de ter participado dessa pesquisa (Declaração dada pelo aluno 6 após a ultima questão da 3° atividade).

Este trabalho de pesquisa e as proposta nele apresentada não representam o fim da pesquisa sobre esse assunto. As propostas apresentadas podem ser realizadas de forma semelhante com outros conteúdos. Assim existe um vasto campo de trabalho a ser feito se levar em conta os vários conceitos físicos que podem ser abordados e nas varias possibilidades de montagem experimental com os kits que são recebidos pelas escolas. Portanto, espera-se que este trabalho amplie o campo de discussão da utilização das atividades investigativas.

7 BIBLIOGRAFIA

ABIB, Maria L. V. dos S. Por que os objetos flutuam? Três versões de diálogo entre explicações das crianças e as explicações científicas. In: CARVALHO, Anna Maria P. de (Org.). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. cap. 6, p. 93-110.

AZEVEDO, Maria. Cristina. P. Stella. de. **Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula**. In: _____. Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática. Anna Maria Pessoa de Carvalho (Org.). São Paulo. Pioneira Thomson, 2006, p. 19-33.

BAPTISTA, Mónica Luísa Mendes. **Concepção e implementação de actividades de investigação: um estudo com professores de física e química do ensino básico**. Tese de doutoramento, Educação (Didáctica das Ciências)-Instituto de Educação, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2010.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Persona, 1977.

BORGES, A. T. Novos Rumos para o Laboratório Escolar de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Santa Catarina, v. 19, n.3: p.291-313, dez. 2002.

BORGES, A. T.; RODRIGUES, B. A. **O ensino de ciências por investigação: reconstrução histórica**. In: XI ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 2008, Curitiba, p. 1-12.

BRASIL. MEC. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais**, Brasília: MEC, 1997.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais /Secretaria de Educação Fundamental**. Brasília: MEC /SEF, 1998, disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf>> Acesso em: junho de 2014.

CARVALHO, A. M. P.; Teixeira, O. P. B. **O Conceito de Velocidade em Alunos da 5ª série do 1º grau: um Estudo a partir de Questões Típicas de Sala de Aula**. São Paulo: R. Fac. Educ. 11 (1/2), 1985. p.173-191.

CARVALHO, Anna. Maria. Pessoa. de. Construção do conhecimento e ensino de ciências. **Em Aberto**, Brasília, ano 11, nº 55, jul./ set. 1992.

CARVALHO, Anna. Maria. P. de. et al. **Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico**. São Paulo: Scipione, 1998.

CARVALHO, Anna Maria P. de. **Critérios estruturantes para o ensino das ciências**. In: _____. Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática. Anna Maria Pessoa de Carvalho (Org.). São Paulo. Pioneira Thomson, 2006, p. 1-17.

CARVALHO, Anna Maria P. de. **O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas**. In: CARVALHO, Anna Maria P. de (Org.). Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. cap. 1, p. 1-20.

- GOMES, Luciano Carvalhais. **CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS E DIVULGAÇÃO: ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE FORÇA E MOVIMENTO EM UMA REVISTA DE POPULARIZAÇÃO CIENTÍFICA**. 2008. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2008.
- HESTENES, D.; WELLS, M.; SWACKHAMER, G. **Force Concept Inventory**. *Physics Teaching*. v. 30, p. 141–158, 1992.
- LEITE, Laurinda Souza Ferreira. **Concepções Alternativas em Mecânica Um Contributo para a Compreensão do seu Conteúdo e Persistência**. Tese de Doutorado - Universidade do Minho, Braga, 1993.
- MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. 3ª edição, São Paulo: Editora Pedagógica Universitária, 1999.
- MORTIMER, Eduardo. Fleury. **Construtivismo, Mudança Conceitual e Ensino de Ciências: Para Onde Vamos?**. *Investigações em Ensino de Ciências*. v.1, n.1, p.20-39, 1996.
- MUNFORD, Danusa.; LIMA, Maria. Emília. de Castro. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo?. **Revista Ensaio**, v. 9, n. 1, 2007.
- OLIVEIRA, C. M. A.; CARVALHO, A. M. P. **Escrevendo em aulas de Ciências**. *Ciência e Educação (UNESP)*, v. 11, p. 347-366, 2005.
- PEDUZZI, L. O. Q.; PEDUZZI, Sônia S. **O conceito de força no movimento e as duas primeiras leis de Newton**. *Cad. Cat. Ens. Fis.* v.2, n.1, p.6 -15, 1985.
- PIETROCOLA, M. **Construção e Realidade: o Papel do Conhecimento Físico no Entendimento do Mundo**. In: *Ensino de Física: Conteúdo, Metodologia e Epistemologia numa Abordagem Integradora*. PIETROCOLA, M. (org). Florianópolis : Editora da UFSC, 2001.
- PINTÓ, R., ALIBERAS, J. e GÓMEZ, R. **Tres enfoques de la investigation sobre concepciones alternativas**. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(2), 1996, p. 221-232.
- POZO; J.I. CRESPO; M.A.G. **A aprendizagem e o ensino de ciências**. *artmed*, 2009.
- TROWBRIDGE, D. E.; MCDERMOTT, L. C. **Investigation of the concept of velocity in one dimension**. *American Journal of Physics*, V.48(12), Dec, 1980.
- TROWBRIDGE, D. E.; MCDERMOTT, L. C. **Investigation of student understanding of the concept of acceleration in one dimension**. *American Journal of Physics*, V.49(3), p.242-253,1981.
- ZÔMPERO, Andréia. Freitas.; LABURÚ, Carlos. Eduardo. **ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: ASPECTOS HISTÓRICOS E DIFERENTES ABORDAGENS**. *Revista Ensaio* v.13, n.03, p.67-80, 2011.
- ZYLBERSZTAJN, A. **Conceitos espontâneos em Física: exemplos em dinâmica e implicações para o ensino**. *Rev. Ens. Fís.* v.5, n.2, p.3-16, 1983.
- WATTS, D. M.; ZYLBERSZTAJN, A. **A survey of some children's ideas about force**. *Phys. Educ.* v.16, n.6, p.360-365, 1981.

WILSEK, M.; TOSIN, J. Ensinar e aprender ciências no ensino fundamental com atividades investigativas através da resolução de problemas. Estado do Paraná, v. 3, n. 5, 2012. Disponível em:
<<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1686-8.pdf> > Acesso em: junho de 2014.

8 ANEXOS

Anexo 1: Termo de consentimento.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

CAMPUS CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM

Rodovia BR-482 (Cachoeiro-Alegre) – Fazenda Morro Grande – Caixa Postal 527 – 29300-970 – Cachoeiro de Itapemirim – ES
28 3526-9000

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (PAIS OU RESPONSÁVEIS)

Você está sendo consultado sobre a participação do seu (sua) filho(a), como voluntário, em uma pesquisa educacional. Este estudo pretende investigar a aprendizagem de conceitos científicos em Física relacionados ao conteúdo de velocidade. Pretendemos verificar se a nossa metodologia de trabalho experimental contribui para uma evolução conceitual nos alunos a respeito dos conceitos de velocidade. Isso permitirá resultados que vão ajudar a investigar a aprendizagem dos estudantes, bem como a evolução dessa. Durante um tempo de aproximadamente 3 meses, seu (sua) filho(a) participará de um curso em horário diferente das aulas do IFES. Durante esse curso seu (sua) filho(a) irão manipular experimentos em laboratório de física relacionados ao conteúdo de velocidade e irão responder um pré e um pós questionário com questões discursivas abordando o conteúdo de velocidade.

Por se tratar de uma pesquisa, pretende-se que as atividades do curso sejam filmadas.

Se você concordar com a participação do seu (sua) filho(a) na pesquisa, podemos lhe garantir que:

- a filmagem será feita apenas para registrar a realização das atividades e, portanto, em nenhum momento a imagem do seu (sua) filho(a) será divulgada.
- em nossas análises e ao divulgar os resultados em congressos adotaremos procedimentos para que ele(a) não seja identificado(a);
- seu professor ou professora não utilizará os resultados de nossa análise para avaliar o seu desempenho;
- o seu (sua) filho(a) terá inteira liberdade de se retirar da pesquisa a qualquer momento que desejar;
- serão solicitadas apenas informações quanto ao nome, idade, série e gênero do seu (sua) filho(a) para que seja possível analisar a sua evolução de aprendizagem ao longo do curso.
- os dados constantes da ficha de identificação serão absolutamente confidenciais, garantindo, assim, total anonimato;
- não existe qualquer risco pessoal na participação da pesquisa.

O seu (sua) filho(a) não terá nenhum benefício direto pela sua participação ao responder às questões que lhe serão apresentadas. Os benefícios serão úteis para a investigação da

aprendizagem de Física no Ensino Médio. Caso não queira participar da pesquisa isso não acarretará em nenhum tipo de punição. Em caso de dúvida sobre os procedimentos que estamos usando você pode entrar em contato com o pesquisador e com a orientadora da pesquisa.

Os conhecimentos resultantes desta pesquisa serão divulgados em revistas especializadas, em congressos e simpósios sobre pesquisas educacionais e em uma Dissertação de Mestrado. Além disso, os dados coletados farão parte de um banco de dados que ficará sob a guarda dos pesquisadores do projeto por pelo menos 10 anos, e poderão ser utilizados em futuras pesquisas. Depois desse prazo, os dados serão destruídos. Abaixo estão os dados relativos a este projeto.

Título do projeto: Propostas de utilização de sequencias didáticas investigativas no estudo do conceito de velocidade no Ensino Médio

Pesquisador responsável: Prof. Whornton Vieira Pereira - IFES Telefone para contato: (28) 99974-2962/(28) 3526-9000.

Pesquisadora Co-responsável: Simone Aparecida Fernandes Anastácio
Telefone para contato: (28) 98116-5952.

Assinatura do Pesquisador Responsável: Assinatura da Pesquisadora Co-responsável:

Prof. Whornton Vieira Pereira
E-mail: whorntonp@ifes.edu.br

Simone Aparecida Fernandes
E-mail: simonef.ufes@gmail.com

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO

Eu li e entendi os detalhes descritos neste documento. Entendo que eu sou livre para autorizar ou não a participação de meu (minha) filho(a) no projeto e que posso interromper a participação dele a qualquer momento. Eu concordo que os dados coletados para o estudo sejam usados para o propósito acima descrito.

Cachoeiro de Itapemirim, ____ de _____ de _____.

Nome por extenso: _____

Nome do Filho: _____

Assinatura: _____

Anexo 2: Questionário diagnóstico.

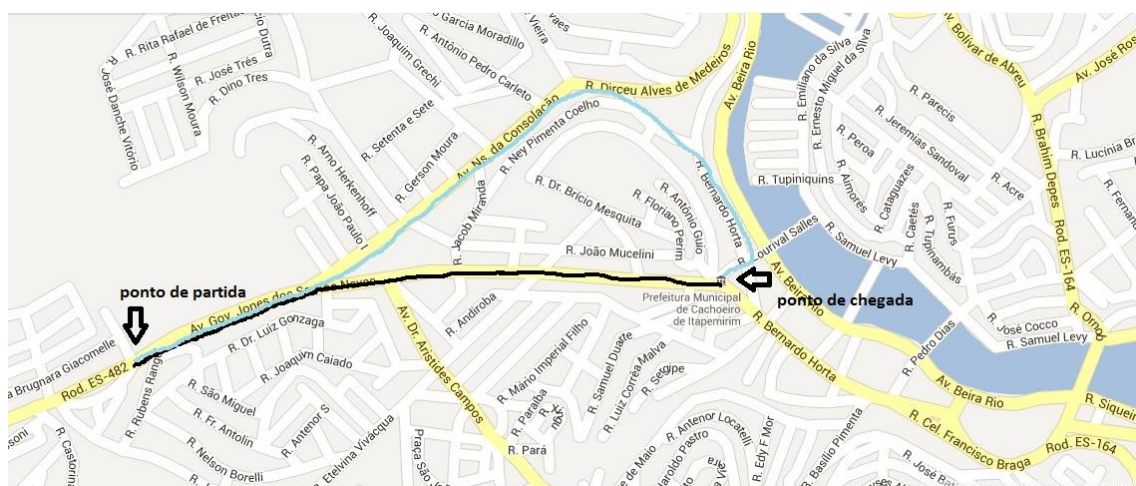


MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO CAMPUS CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM

Rodovia BR-482 (Cachoeiro-Alegre) – Fazenda Morro Grande – Caixa Postal 527 – 29300-970 – Cachoeiro de Itapemirim – ES
28 3526-9000

Questionário diagnóstico

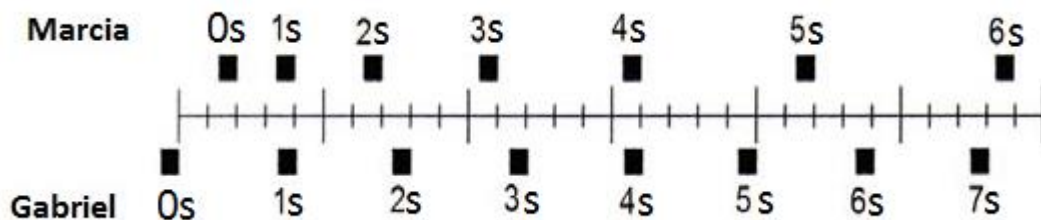
1) Eu e meu amigo estávamos discutindo qual caminho era melhor tomar para sair de onde estávamos e ir para a Prefeitura Municipal. Ele disse que o caminho mais rápido era o que está em preto no mapa abaixo, e eu disse que por causa do trânsito, o mais rápido era o caminho que está azul no mapa. Como não chegamos a um acordo, resolvemos apostar uma corrida pelas ruas de Cachoeiro de Itapemirim. Partimos ao mesmo tempo do ponto de partida e chegamos ao mesmo tempo na Prefeitura Municipal, onde era o ponto de chegada. Analisando esse texto e a figura abaixo responda :



a) Considerando que as nossas velocidades são constantes durante todo o trajeto da corrida, podemos, então, afirmar que a nossas velocidades são iguais? Por que? Explique com suas palavras.

b) Considerando o trajeto que cada um teve nesta corrida responda: O que é igual, a distância percorrida, o deslocamento ou ambos (distância e deslocamento)? Explique com suas palavras:

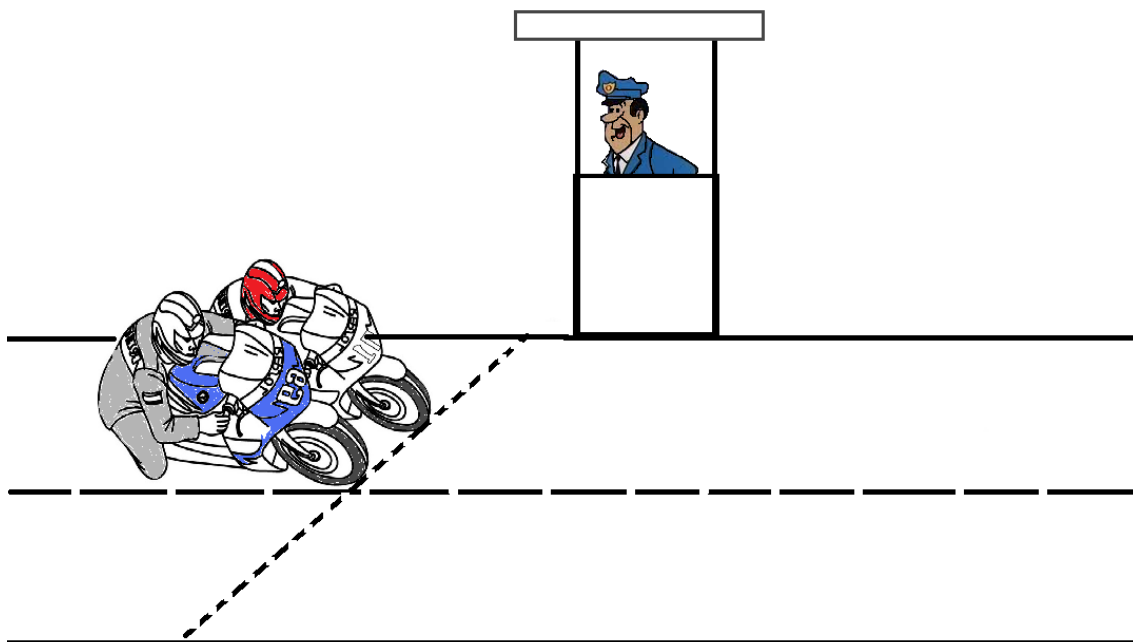
2) Márcia e Gabriel, que são amigos, começam a discutir quem é o mais rápido. Como a discussão não ia chegar a lugar nenhum, eles resolvem apostar uma corrida. Gabriel, confiando na vitória, deixa Márcia sair um pouco na sua frente. Para que você possa entender como ocorreu essa disputa, apresentamos o desenho abaixo que representa as posições de Márcia e Gabriel a cada segundo da corrida.



a) Existe algum momento da corrida em que a velocidade de Márcia é igual à velocidade de Gabriel? Por que? Explique com suas palavras.

b) Considerando que o final da reta é a chegada, e que os dois chegam lá. Eles percorreram a mesma distância, o mesmo deslocamento ou mesma distância e deslocamento? Por que? Explique com suas palavras.

3) Dois pilotos de moto, que estavam apostando corrida em uma rodovia de Cachoeiro de Itapemirim, passam ao mesmo tempo por uma linha que estava pintada no asfalto em frente ao IFES e são observados por um guarda que estava na guarita da portaria. Obs.: as motos estão se movimentando em linha reta.



Considere que as motos se deslocavam com velocidades constantes. É possível para o segurança afirmar que elas tinham a mesma velocidade no exato instante em que estavam em frente ao IFES? Por que? Explique com suas palavras.

Anexo 3: Guia da atividade 1.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

CAMPUS CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM

Rodovia BR-482 (Cachoeiro-Alegre) – Fazenda Morro Grande – Caixa Postal 527 – 29300-970 – Cachoeiro de Itapemirim – ES
28 3526-9000

A seguir são apresentadas algumas questões para discutirmos pontos importantes da atividade realizada. Utilize os espaços em branco para dar o máximo de informações. Faça desenhos também, para ajudar-nos a compreender melhor a sua resposta.

Questão1:

a) O que vocês tiveram que fazer para que os carrinhos chegassem juntos na marca? Descreva e faça um desenho.

b) Os dois carrinhos podem sair de uma mesma posição para chegarem juntos na marca? Por quê? Explique com suas palavras.

c) Você pode afirmar que os carrinhos tiveram a mesma velocidade em algum ponto do percurso? Explique.

d) Você pode afirmar que os carrinhos têm a mesma velocidade quando passam juntos pela marca posta na bancada? Explique e faça um desenho.

e) Faça uma comparação entre as ideias que você tinha sobre velocidade antes de fazer o experimento e as ideias que você tem agora. Por exemplo: Você pode falar sobre coisas que você:
- não sabia antes e que agora sabe; - não entendia antes e que agora entendeu; - achava difíceis antes e que agora ficaram mais fáceis para você.

Anexo 4: Guia da atividade 2.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

CAMPUS CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM

Rodovia BR-482 (Cachoeiro-Alegre) – Fazenda Morro Grande – Caixa Postal 527 – 29300-970 – Cachoeiro de Itapemirim – ES
28 3526-9000

A seguir são apresentadas algumas questões para discutirmos pontos importantes da atividade realizada. Utilize os espaços em branco para dar o máximo de informações. Faça desenhos também, para ajudar-nos a compreender melhor a sua resposta.

Questão1:

a) Quais materiais vocês escolheram para a realização da atividade? Porque? Explique com suas palavras:

b) O que vocês fizeram para descobrir as velocidades de cada carrinho? Descreva e faça desenho.

c) Então, para descobrir a velocidade de alguém o que nós precisamos conhecer a respeito do seu movimento? Explique com suas palavras:

d) Analisando os resultados das velocidades dos carrinhos podemos afirmar que eles tinham a mesma velocidade no momento do encontro? Por quê? Explique com suas palavras.

e) Faça uma comparação entre as ideias que você tinha sobre velocidade antes de fazer o experimento e as ideias que você tem agora. Por exemplo: Você pode falar sobre coisas que você:

- não sabia antes e que agora sabe; - não entendia antes e que agora entendeu; - achava difíceis antes e que agora ficaram mais fáceis para você.

Anexo 5: Guia da atividade 3.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

CAMPUS CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM

Rodovia BR-482 (Cachoeiro-Alegre) – Fazenda Morro Grande – Caixa Postal 527 – 29300-970 – Cachoeiro de Itapemirim – ES

28 3526-9000

A seguir são apresentadas algumas questões para discutirmos pontos importantes da atividade realizada. Utilize os espaços em branco para dar o máximo de informações. Faça desenhos também, para ajudar-nos a compreender melhor a sua resposta.

Questão1:

a) Com você fez para descobrir a velocidade de cada carrinho? Descreva o passo a passo e faça um desenho.

b) Para descobrir a velocidade de um móvel qualquer o que é necessário saber? Por quê?

c) No encontro os carrinhos tinham velocidades iguais? Por quê? Qual era a velocidade de cada um dos carrinhos?

d) Faça uma comparação entre as ideias que você tinha sobre velocidade antes de fazer o experimento e as ideias que você tem agora. Por exemplo: Você pode falar sobre coisas que você:

- não sabia antes e que agora sabe;
- não entendia antes e que agora entendeu;
- achava difíceis antes e que agora ficaram mais fáceis para você.

Anexo 6: Atividade diagnóstica antes de ser revisada.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

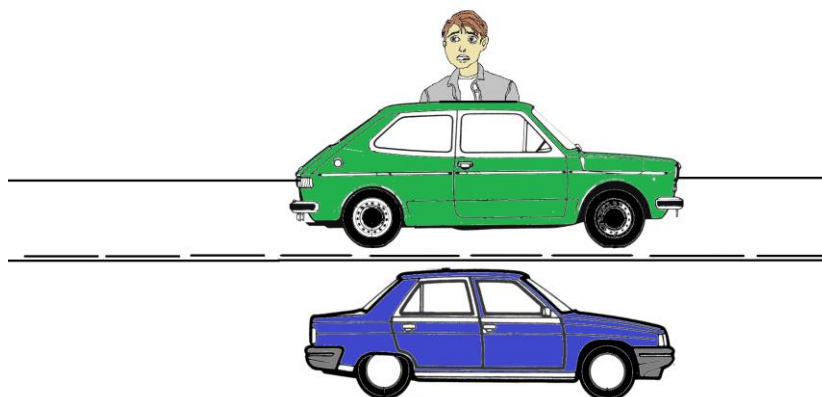
INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

CAMPUS CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM

Rodovia BR-482 (Cachoeiro-Alegre) – Fazenda Morro Grande – Caixa Postal 527 – 29300-970 – Cachoeiro de Itapemirim – ES
28 3526-9000

Questionário diagnóstico

1) A avenida Beira Rio é muito movimentada e necessita muita atenção para ser atravessada pelos pedestres. Nesta semana, Juliano estava pronto para atravessar a avenida quando 2 carros passaram ao mesmo tempo na sua frente causando perigo.



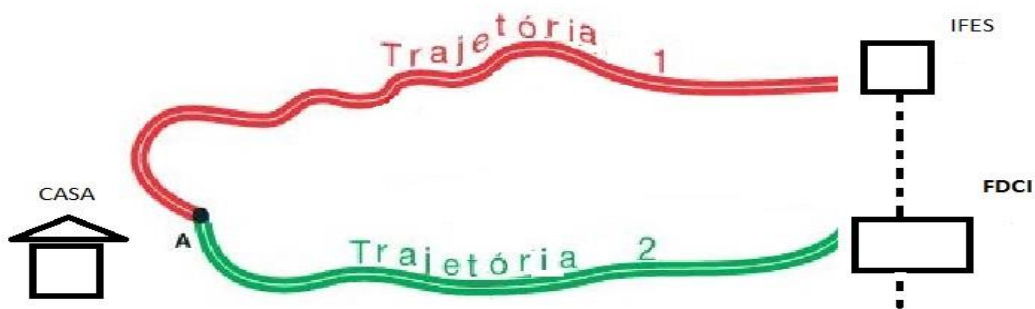
a) Considere que os dois carros estavam se movimento com velocidade constante. Juliano pode afirmar que os dois carros estavam com a mesma velocidade quando passaram, ao mesmo tempo, por ele? Por quê? Explique com suas palavras.

b) Ainda nesta questão, suponha que um dos carros saiu do **Restaurante Keli** e o outro da **Churrascaria Rivers Grill**. Considere que o **Restaurante Keli** e a **Churrascaria Rivers Grill** estão em posições diferentes da avenida Beira Rio e que os dois carros saíram ao mesmo tempo e chegaram ao mesmo tempo onde o Juliano estava (veja a figura abaixo). É possível afirmar que os dois carros tiveram o mesmo deslocamento? Explique sua resposta com suas palavras.



<https://maps.google.com>

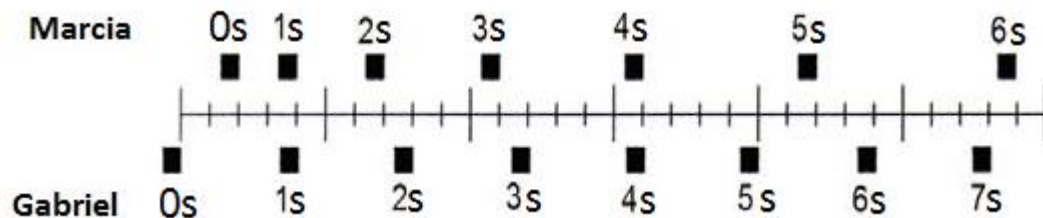
2) Eu e minha irmã estudamos em escolas diferentes, eu estudo no IFES e ela na FDCI. Porém, sempre saímos juntos da escola e chegamos juntos em casa, isto é, ao mesmo tempo. Analisando esse texto e a figura abaixo responda:



a) Considerando que as nossas velocidades são constantes durante todo o trajeto de volta a casa, podemos, então, afirmar que a nossas velocidades são iguais durante a volta para casa? Por quê? Explique com suas palavras.

b) O deslocamento que eu tive é igual ao deslocamento que minha irmã teve? Por quê? Explique com suas palavras.

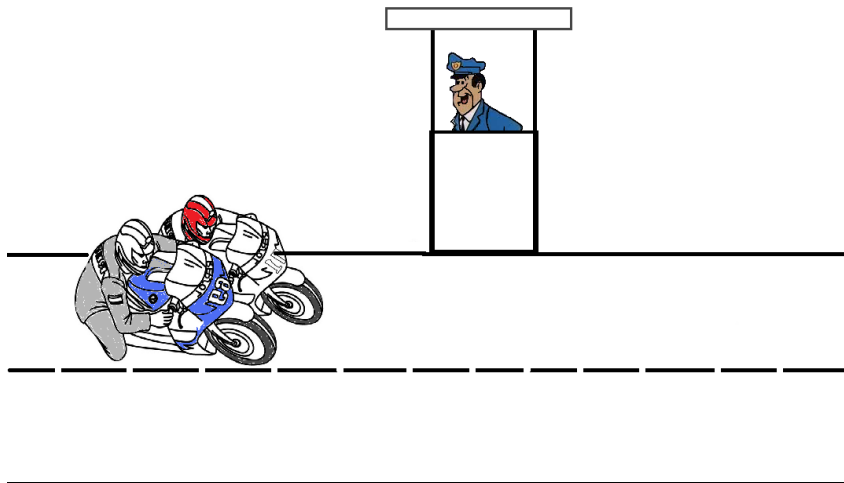
3) Márcia e Gabriel, que são amigos, começam a discutir quem é o mais rápido. Como a discussão não ia chegar a lugar nenhum, eles resolvem apostar uma corrida. Gabriel, confiando na vitória, deixa Márcia sair um pouco na sua frente. Para que você possa entender como ocorreu essa disputa, apresentamos o desenho abaixo que representa as posições de Márcia e Gabriel a cada segundo da corrida.



a) Existe algum momento da corrida em que a velocidade de Márcia é igual à velocidade de Gabriel? Por quê? Explique com suas palavras

b) Considerando que o final da reta é a chegada, e que os dois chegam lá. Eles percorreram a mesma distância? Por quê? Explique com suas palavras.

4) Dois pilotos de moto, que estavam apostando corrida em uma rodovia de Cachoeiro de Itapemirim, passam ao mesmo tempo em frente ao IFES e são observados por um guarda que estava na guarita da portaria. Obs: as motos estão se movimentando em linha reta.



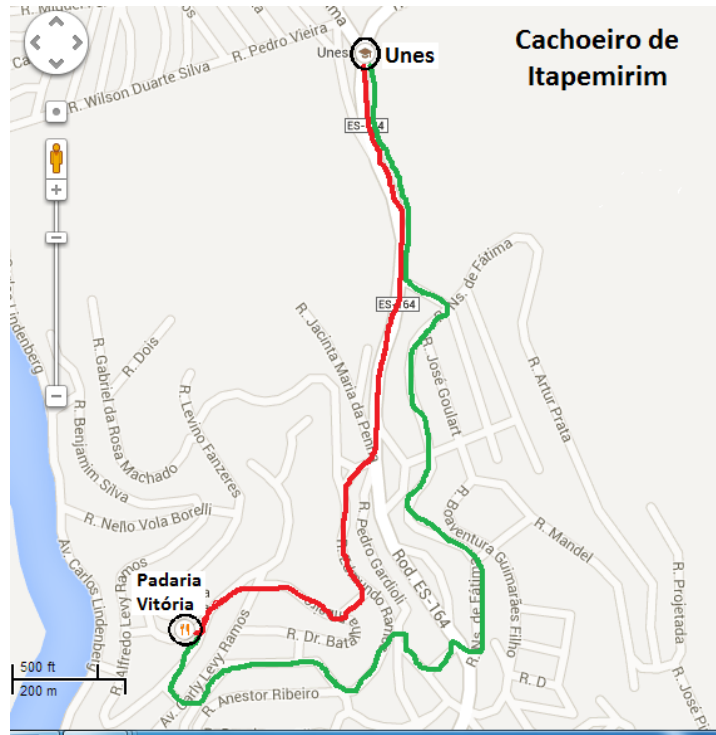
a) Considere que as motos se deslocavam com velocidades constantes. É possível para o segurança afirmar que elas tinham a mesma velocidade no exato instante em que estavam em frente ao IFES? Por quê? Explique com suas palavras.

b) Ainda nesta questão, suponha que um dos motoqueiros saiu da AABB do BNH e que o outro saiu do trevo que entra para o bairro Aeroporto, sendo que a AABB e o trevo estão em posições diferentes da rodovia (veja a figura a seguir). Considere que os dois motociclistas saíram ao mesmo tempo de seus lugares e chegaram ao mesmo tempo em frente ao IFES, onde estava o segurança. É possível afirmar que as duas motos tiveram o mesmo deslocamento? Explique sua resposta com suas palavras.



<https://maps.google.com>

5) Eu e meu amigo trabalhamos juntos na padaria Vitória e estudamos na Faculdade do Espírito Santo (UNES). Todos os dias saímos juntos do trabalho, isto é, ao mesmo tempo e chegamos juntos à faculdade. Porém eu vou pelo caminho vermelho e ele vai pelo caminho verde. Analisando esse texto e a figura abaixo responda:



<https://maps.google.com>

a) Considere que as nossas velocidades são constantes durante todo o trajeto para a faculdade. Podemos, então, afirmar que as nossas velocidades são iguais durante a ida para a faculdade? Por quê? Explique com suas palavras.

b) O deslocamento que eu tive indo para a faculdade pelo caminho vermelho, é igual ao deslocamento que meu amigo teve indo para a faculdade pelo caminho verde? Por quê? Explique com suas palavras.

Anexo 9:

Produto Professor

Universidade Federal do Espírito Santo - UFES
Programa de Pós Graduação em Ensino de Física - PPGEnFis



EXPERIMENTOS INVESTIGATIVOS

Material do Professor



Autores

Whornton Vieira Pereira
Simone Aparecida
Fernandes

Caro colega professor,

Este material foi elaborado com a intenção de contribuir para a formação integral de nossos alunos do Ensino Médio. Assim, a abordagem que será feita aqui centra-se em atividades investigativas, que, acreditamos, torna o processo de ensino mais eficiente. Nessa direção, serão apresentados estudos das concepções alternativas sobre velocidade, e também serão propostos experimentos que visam evoluir conceitualmente essas concepções alternativas aproximando-as dos conhecimentos cientificamente aceitos.

Para que o aluno evolua suas concepções em relação ao conceito de velocidade você, colega professor, deve propiciar espaços para discussão do assunto em sala de aula, fazendo com que o aluno participe ativamente do processo de ensino e não se torne um mero receptor de informação. Acreditamos que este estímulo pode vir por meio de atividades com caráter investigativo.

Desejo, enfim, que este material venha ao encontro das pretensões de educadores em proporcionar ao seu alunado uma possibilidade de evoluírem conceitualmente aproximando suas ideias dos conhecimentos cientificamente aceitos.

Bom trabalho!

Abraços, Whorton.

LISTA DE FIGURAS

Figure 1: Carrinho com retropropulsão.....	23
Figure 2: Trilhos de ar com sensores fotoelétricos, vista lateral.....	26
Figure 3: Sensores fotoelétricos, vista aproximada.....	26

ANEXOS

Anexos 1: Sugestão de teste diagnóstico	33
Anexos 2: Sugestões de atividades para os alunos	36

SUMARIO

1	INTRODUÇÃO.....	6
2	CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS E O ENSINO/APRENDIZAGEM DA FÍSICA 9	
3	CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS RELACIONADAS AO CONCEITO DE VELOCIDADE.....	12
4	MUDANÇA CONCEITUAL	17
5	ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS COMO ALTERNATIVA AO LABORATÓRIO TRADICIONAL DE FÍSICA	21
6	PROPOSTAS DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS ABORDANDO O CONCEITO DE VELOCIDADE.....	23
	6.1 PRIMEIRA ATIVIDADE: CORRIDA DE CARRINHOS	23
	6.2 SEGUNDA ATIVIDADE: CORRIDA DE CARRINHOS	24
	6.3 TERCEIRA ATIVIDADE	25
7	DICAS INPORTANTES PARA A REALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS	28
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30
9	ANEXOS.....	33

1 INTRODUÇÃO

A educação no Brasil passa por problemas que são apontados por muitos pesquisadores da área do ensino. Problemas como: a fragmentação do conhecimento em disciplinas, o grande volume de informações dos currículos que distanciam a experiência e o pensamento crítico dos conteúdos ensinados nas escolas, professores abarrotados de aulas e com cargas horárias de trabalhos elevadas, aulas fragmentadas e conteúdos extensos.

Muitos professores brasileiros não investem seu tempo em pesquisas, podem-se citar os professores das redes estaduais, municipais e particulares. No ensino de Ciências, estas questões podem ser percebidas pela dificuldade do aluno em relacionar a teoria desenvolvida em sala com a realidade a sua volta, não reconhecendo o conhecimento científico em situações do seu cotidiano. Aliado a estas questões tem-se o grande desafio de tornar o ensino de ciências prazeroso, instigante, mais interativo, dialógico e baseado em atividades capazes de persuadir os alunos a admitirem as explicações científicas para além do âmbito escolar (WILSEK e TOSIN, 2012).

O grande índice de dificuldade e a falta de interesse e de motivação para o estudo da Física, em nível básico, médio e universitário, têm sido motivos de constante preocupação por parte dos governantes, professores e pesquisadores. Em geral, o aluno que finaliza seus estudos em nível médio e inicia um curso universitário sente dificuldades em acompanhar as disciplinas da física básica, e é nos conceitos da mecânica que esses problemas mais se acentuam.

Um dos problemas encontrados para essa dificuldade são as concepções alternativas que os alunos já têm sobre a física. Segundo Peduzzi e Peduzzi (1985), a origem desses saberes está no fato da criança, desde a infância, desenvolver crenças e explicações sobre o mundo em que vive. Crenças estas, que não são simples ideias isoladas, mas apresentam-se como partes de estruturas conceituais que proporcionam uma compreensão coerente do mundo, mas que, na maioria das vezes, está em desacordo com as teorias científicas.

As concepções alternativas ganharam importância nos processos de ensino e aprendizagem, passando-se a aceitar que essas ideias, frequentemente em contradição com o conhecimento científico, interferem na forma de assimilação dos conceitos científicos, e que elas costumam persistir após a instrução.

Segundo Watts e Zylbersztajn (1981), para o estudante evoluir conceitualmente das concepções alternativas para os conhecimentos cientificamente aceitos é necessário que as estratégias de ensino contemplem: a consciência, por parte do professor, a existência e resistência das concepções alternativas; o conhecimento de algumas das formas que estas estruturas conceituais podem tomar; uma atitude positiva para estas concepções e vontade para usá-las como pontos de partida para o ensino.

Essa preocupação chegou até aos documentos oficiais, como, no caso do Brasil, os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997), que priorizam a capacidade de reflexão do professor sobre sua maneira de ensinar e que este oriente suas aulas segundo uma metodologia ativa e participativa. Para isto, é imprescindível considerar o mundo em que o aluno vive, assim como os problemas e as indagações que movem sua curiosidade, relacionando o novo material de estudo com suas noções prévias, de forma que este material tenha significado para ele, tendo em vista a aprendizagem.

[...] questionar a realidade formulando-se problemas e tratando de resolvê-los, utilizando para isso o pensamento lógico, a criatividade, a intuição, a capacidade de análise crítica, selecionando procedimentos e verificando sua adequação (Brasil, 1998, p. 8).

O problema é que, apesar dos estudos sobre concepções alternativas não serem mais nenhuma novidade, os seus resultados pouco têm chegado à sala de aula. Estas estruturas intuitivas continuam dificultando a aquisição do conhecimento científico por alunos de qualquer nível de escolaridade, uma vez que são resistentes a mudanças.

Assim, tendo como pressuposto que essas concepções alternativas influenciam no aprendizado dos conceitos científicos e que a sua desconsideração no ensino dificulta a aprendizagem dos conteúdos de mecânica, a preocupação principal deste material é apresentar, ao professor de física, uma sequência de atividades experimentais com caráter investigativo. Como uma preocupação secundária, este

material visa subsidiar os professores uma reflexão sobre a temática, de forma que tomem consciência da importância de se abordar tais conceitos intuitivos no ensino de Física, e mostrar ao professor uma metodologia de uso do laboratório que difere da tradicional.

2 CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS E O ENSINO/APRENDIZAGEM DA FÍSICA

A aprendizagem das ciências começa muito antes dos indivíduos ingressarem na escola. Cada sujeito, desde muito cedo, demanda um esforço a fim de conseguir, de alguma forma, explicar o mundo que o rodeia. Assim, a criança vai, ao longo da vida, construindo ideias e conceitos próprios sobre os fenômenos que ela observa e experimenta, e essas ideias são chamadas de concepções alternativas (CARVALHO e TEIXEIRA, 1985); (CARVALHO, 2013); (POZO e CRESPO, 2009); (MORTIMER, 1996); (PINTÓ *et al*,1996).

Segundo hipóteses muito recentes e sugestivas, os bebês já dispõem a partir do nascimento, de verdadeiras ideias ou teorias sobre o mundo dos objetos e das pessoas (KARMILOF e SMITH, 1992 apud POZO e CRESPO, 2009, p. 90)

Embora seja comum denomina-las também de concepções espontâneas, concepções errôneas, ideias erradas ou *misconceptions*, denominações que tem uma conotação valorativa caíram em desuso. As explicações dos alunos, mesmo não sendo cientificamente aceitas, são toleradas, e mais do que isso, vistas como algo onde se pode "ancorar" os novos conhecimentos (LEITE, 1993). Portanto, nesse trabalho serão chamadas de concepções alternativas, por serem alternativas ao conhecimento cientificamente aceito. Assim, concepções alternativas são ideias ou modelos criados pelas pessoas/estudantes para explicarem fenômenos presentes no seu dia a dia. Essas ideias, que por vezes diferem das teorias e conceitos cientificamente aceitos, começam a ser desenvolvidas desde a infância e são baseadas em observações diárias e nas interações do indivíduo com a sociedade/ambiente que o cerca. Elas existem para os mais diversos fenômenos e são um grande obstáculo no aprendizado dos estudantes, pois são difíceis de serem mudadas, uma vez que são fruto de observações de toda uma vida (PINTÓ *et al*, 1996); (PIETROCOLA, 2001).

Embora esse processo de aprendizagem, com base na experimentação diária, envolva para cada pessoa uma evolução cognitiva única, o caráter social dos conceitos bem como a semelhança das experiências com o mundo são

compartilhados por diferentes indivíduos de diferentes idades e classes sociais, o que faz com que eles apresentem maneiras de pensar comuns ou semelhantes (LEITE, 1993); (PIETROCOLA, 2001). Ou seja, as experimentações vivenciadas por diferentes sujeitos são muito parecidas, haja visto que a vida cotidiana de diferentes indivíduos em diferentes partes do mundo se assemelham muito. Portanto, todos os habitantes do planeta experimentam os mesmos fenômenos físicos, por exemplo: temperatura, luz, relâmpagos, chuva, calor, vento, movimentos, etc.. Isto resulta em ideias muito parecidas sobre muitos conceitos e fenômenos, e ainda, as definições e explicações muito semelhantes destes. Então as concepções alternativas que os estudantes de mesma idade e de mesmo nível de escolaridade têm sobre um determinado conceito são parecidas e nem sempre cientificamente corretas, independente de sua cultura, classe social, etc. (WATTS e ZYLBERSZTAJN, 1981; ZYLBERSZTAJN, 1983; PEDUZZI e PEDUZZI, 1985; TROWBRIDGE e MCDERMOTT, 1980; TROWBRIDGE e MCDERMOTT, 1981; CARVALHO e TEIXEIRA, 1985). Assim, embora existam variedades nas visões que os aprendizes têm sobre os fenômenos físicos, existem padrões e tendências gerais de pensamento.

O conhecimento das concepções alternativas e sua análise deram origem a uma importante linha de pesquisa sobre ensino/aprendizagem em ciências. Embora tais concepções já sejam bastante conhecidas, pesquisas atuais ainda abordam esse conhecimento no intuito de propor metodologias de ensino e estratégias didáticas que possam contribuir para a sua evolução. Isso porque é sabido que essas concepções estão fortemente presentes na estrutura cognitiva dos alunos e, de acordo com Ausubel (*et al*, 1980 *apud* MOREIRA, 1999), cada nova aprendizagem é influenciada por aquilo que o aprendiz já sabe sobre o conteúdo em questão, ou seja, um novo conhecimento é sempre "ancorado" em um conhecimento já existente na estrutura cognitiva do aprendiz.

Outro ponto importante é que, ao longo do tempo, elas vão se desenvolvendo e/ou se alterando à medida que novos conhecimentos são adquiridos pelo indivíduo. Porém, mesmo depois de uma instrução formal, tendem a permanecer, coexistindo com o conhecimento científico (MORTIMER, 1996). Isso indica que elas podem

servir como "barreiras" (POPE e GILBERT, 1983 *apud* LEITE, 1993) ou obstáculos para o aprendizado do conhecimento cientificamente aceito a ser aprendido na escola.

Outro fator que contribui para reforçar e contribuir com as concepções alternativas é o convívio social do indivíduo e os meios de comunicação existentes.

No discurso diário e através dos meios de comunicação de massa, nossas crianças são confrontadas com suposições implícitas sobre como os objetos se movem, sua energia e suas propriedades, que podem estar em conflito direto com a explicação científica que aprendem na escola. Fora do laboratório escolar, esses adolescentes estão sendo continuamente socializados em um repertório completo de explicações não científicas. Um exame de reportagens de jornal e da linguagem cotidiana torna clara a disseminação deste processo subversivo. (SOLOMON, 1983, p. 49 *apud* GOMES, 2008, p. 16).

Pozo e Crespo (2009) falam que:

Em nossa cultura, a informação flui de modo muito dinâmico, mas também muito menos organizado. O aluno é bombardeado por diversos canais de comunicação que proporcionam, praticamente sem qualquer filtro, conhecimentos supostamente científicos que, contudo, podem ser pouco congruentes entre si. (POZO e CRESPO, 2009, p. 93-94).

Além de conhecer quais são as ideias que os alunos construíram anteriormente sobre o mundo, é fundamental conhecer as origens dessas ideias bem como compreender suas interações e o quanto significam para os indivíduos que a possuem. Isto se faz necessário já que, estando de posse dessas informações, pode-se traçar novas estratégias de ensino, que visem contribuir para a evolução dessas concepções, aproximando-as do conhecimento científico.

Para que a evolução conceitual dos alunos seja possível, é necessário que os professores de ciências estejam conscientizados da importância e das implicações das concepções alternativas, estejam também devidamente preparados para lidar com elas.

3 CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS RELACIONADAS AO CONCEITO DE VELOCIDADE

Como já foi apresentado, investigações a respeito das concepções alternativas relacionadas a conceitos da Física foram muito intensas principalmente nas décadas de 1970 e 1980. Portanto, atualmente as concepções de estudantes sobre o conceito de velocidade são bem conhecidas e muitos pesquisadores publicaram trabalhos nesta área. No entanto, vale destacar que Piaget parece ter sido o pioneiro em pesquisas nessa área (LEITE, 1993).

Em um dos seus estudos Piaget (PIAGET, 1972 *apud* LEITE, 1993) trabalhou com crianças de 4 a 14 anos e a coleta dos dados foi realizada através da técnica da entrevista clínica, que consistia em fazer perguntas diretas as crianças. Podem-se destacar as seguintes concepções encontradas por ele com relação ao conceito de movimento (LEITE, 1993):

- a) O movimento é avaliado intuitivamente pela posição de saída e principalmente de chegada e assim, posições iguais de chegada indicam mudanças iguais de lugares (distância percorrida);
- b) Dois caminhos são iguais desde que os seus pontos de chegada sejam coincidentes (ou estejam colocados lado a lado), independentemente das distâncias que têm que se percorrer sobre cada caminho para atingir o ponto de chegada. Dessa forma, os indivíduos não distinguem deslocamento de distância percorrida;
- c) Comparando-se dois móveis em trajetórias paralelas, um móvel será considerado mais rápido do que outro se estiver à frente deste ou se o ultrapassar. Dessa forma, a ordem ou a mudança de ordem dos móveis é que indica a sua velocidade relativa;
- d) Dois móveis deslocam-se à mesma velocidade se chegarem ao mesmo tempo ao ponto de chegada, independentemente do caminho que percorrem;
- e) Um móvel A é mais rápido do que um móvel B se o ponto de chegada de A estiver à frente (mais adiante) do ponto de chegada de B;

- f) Dois móveis têm a mesma velocidade no instante em que se cruzam, porque se encontram simultaneamente na mesma posição;
- g) A distância da subida é maior, e não igual a da descida. Na opinião das crianças pesquisadas o ato de subir gera mais esforço por isso sua distância é maior;
- i) Uma distância percorrida em um movimento contínuo não é igual a soma das partes desta mesma distância quando o movimento se interrompe e continua com uma velocidade diferente. Isso se deve a mudança de "esforço" e da velocidade.

Partindo do trabalho de Piaget, Trowbridge e McDermott (1980) também realizaram investigações a respeito da compreensão do conceito de velocidade com alunos matriculados em uma grande variedade de cursos introdutórios de física na Universidade de Washington. No entanto, como as atividades utilizadas por Piaget não ofereciam grande dificuldades a alunos do ensino superior, os autores modificaram as atividades, a fim de torna-las quantitativas e colocar pelo menos uma que representasse um movimento variado. Antes de iniciar as atividades foi feito um estudo exploratório para saber o nível de concepções alternativas dos estudantes. Os autores descobriram que eles pensavam na palavra "velocidade" como uma relação entre a distância percorrida e o tempo decorrido, mas não necessariamente como uma razão. Os alunos de graduação, mesmo após terem passado por uma experiência de ensino sobre o conteúdo, apresentaram dificuldade em diferenciar "atingir a mesma velocidade" e "atingir o mesmo lugar", Trowbridge e McDermott (1980) concluem e confirmam que as concepções alternativas são persistentes e resistentes a mudança.

Em outro estudo, a respeito da compreensão do conceito de aceleração, os alunos acreditavam que duas bolas possuíam a mesma aceleração quando estavam na mesma posição, esse critério de comparação também foi usado na velocidade (TROWBRIDGE e MCDERMOTT, 1980).

Concepções alternativas semelhantes também foram encontradas por Perry e Obenauf (1987 *apud* LEITE, 1993) em estudos sobre o conceito da rapidez, realizado em crianças americanas do 1º ao 5º ano de escolaridade e por Moreno e

Moreno (1989, p.42 *apud* LEITE, 1993) em um estudo com alunos do ensino secundário espanhol.

Outro estudo, desenvolvido por Cross e Mehegan (1988 *apud* LEITE, 1993) com crianças australianas de 5 a 9 anos, concluiu que elas também apresentavam concepções alternativas sobre o conceito de velocidade que eram semelhantes às encontradas nos outros estudos citados anteriormente. De acordo com Cross e Pitkethly (1991 *apud* LEITE, 1993), as concepções das crianças podem ser sintetizadas do seguinte modo: "Se dois veículos se deslocam com diferente rapidez, o veículo mais lento pode percorrer a mesma distância, ou uma distância maior, que o veículo mais rápido, no mesmo tempo". Percebe-se uma incompreensão da relação entre distância percorrida e tempo, o que, segundo os autores, pode colocar as crianças em situação de perigo ao atravessarem a rua.

Viennot (1979 *apud* PEDUZZI e PEDUZZI, 1985 e ZYLBERSZTAJN, 1983) realizou estudos com alunos franceses, belgas e ingleses do último ano do secundário e dos três primeiros da universidade. Ela concluiu que as concepções intuitivas destes alunos a respeito de força e velocidade podiam ser resumidas por uma expressão matemática do tipo $F=KV$ em que F é a força, K uma constante e V é a velocidade, o que ressalta os resultados encontrados por estudos relatados aqui. Segundo a autora, durante a vida e com as suas próprias observações diárias, os alunos vão construindo ideias sobre como as coisas funcionam no mundo em que vivem. Dessa forma, é difícil que concebam um mundo idealizado, por exemplo, sem atrito. Este estudo de Viennot revelou que os aprendizes têm uma concepção forte de que, para haver movimento, é necessário haver uma força na direção deste.

No Brasil, dentre os autores que investigaram concepções alternativas sobre velocidade apresentadas por alunos em diferentes níveis de escolaridade, vale a pena destacar o trabalho de Carvalho e Teixeira (1985), com alunos da 5ª série do ensino fundamental, (na faixa etária de 10 a 12 anos). O objetivo deste estudo foi investigar como os alunos da 5ª série do fundamental conceituavam velocidade a partir de questões típicas dadas em sala de aula. As autoras concluíram que essas crianças tinham concepções alternativas muito similares às aquelas encontradas nas crianças suíças por Piaget. Após responderem às questões as crianças visualizavam

o movimento em uma maquete, porém, o fato de observarem o movimento não foi condição suficiente para haver uma mudança de resposta, ou seja, a visualização do movimento não garantiu que os alunos percebessem os erros em suas concepções e mudassem de ideia (conhecimento cientificamente aceito).

Outros pesquisadores brasileiros, Peduzzi e Peduzzi (1985), realizaram estudo de concepções alternativas com 28 alunos universitários de Química e Matemática em um curso introdutório de física. O objetivo foi identificar possíveis concepções alternativas acerca dos conceitos de força e movimento dos corpos e investigar a influência dessas concepções no aprendizado das duas primeiras leis de Newton. Com esse propósito, solicitou-se que os alunos respondessem a um teste com oito questões de múltipla escolha no qual eram abordadas situações bastante comuns aos estudantes. Os resultados foram os mesmos nas duas turmas, a de física e a de química. Entre outros resultados os autores identificaram concepções que corroboram com aquelas encontradas por Piaget como, por exemplo, a não diferenciação entre "atingir a mesma velocidade" e "atingir o mesmo lugar".

Em um estudo envolvendo 125 alunos ingleses com idade média de 14 anos, Zylbersztajn e Watts (1980 *apud* ZYLBERSZTAJN, 1983) concluíram que 85% deles associavam força com velocidade. Neste trabalho foi empregado um questionário escrito no qual, além de responderem a itens de múltipla escolha cujas opções eram figuras, os alunos tinham de explicar a razão de suas escolhas. Os resultados confirmam o que foi encontrado em publicações anteriores de Viennot (1979 *apud* PEDUZZI e PEDUZZI, 1985) e (TROWBRIDGE e MCDERMOTT, 1981). O questionário do trabalho de Zylbersztajn e Watts (1980 *apud* ZYLBERSZTAJN, 1983) foi usado em outro estudo por Thomaz (1982, *apud* ZYLBERSZTAJN, 1983) com alunos portugueses e quenianos que cursavam licenciatura em física e os resultados obtidos foram parecidos com o do estudo anterior.

Percebe-se, a partir de tudo o que foi apresentado, que concepções alternativas estão presentes mesmo em alunos do nível superior que já haviam visto os conteúdos na escola de nível médio, o que reforça o fato das concepções serem resistentes à mudanças.

4 MUDANÇA CONCEITUAL

Durante algum tempo, pesquisas em ensino que abordavam as concepções alternativas assumiram que para que os alunos aprendessem os conceitos científicos era preciso o abandono de suas concepções alternativas e uma apropriação dos conceitos científicos (POZO e CRESPO, 2009). Assim, A avaliação inicial feita com alunos deveria indicar a presença das concepções alternativas e uma avaliação final apenas conhecimento cientificamente aceito. Então, o êxito da estratégia seria medido pelo nível de abandono das concepções alternativas iniciais dos estudantes.

Para Mortimer (1996) as estratégias de ensino com essa perspectiva de mudança conceitual acreditavam que as concepções alternativas dos estudantes poderiam ser modificadas a partir de experimentos. Ao longo dos anos, as estratégias de ensino com essa visão sobre a mudança conceitual se mostraram pouco eficientes em atingir seu objetivo. Como disse Druit:

É preciso afirmar que não há nem um único estudo na literatura de pesquisa sobre concepções dos estudantes no qual uma concepção concreta das que estão profundamente enraizadas nos alunos tenha sido extinta e substituída por uma nova ideia. A maioria das pesquisas mostra que há apenas um sucesso limitado em relação à aceitação dessas ideias novas e que as velhas ideias continuam basicamente "vivas" em contextos particulares. (DRUID, 1999 *apud* POZZO e CRESPO, 2009. p.125)

Uma possível causa do fracasso das estratégias de ensino baseadas na mudança conceitual foi o fato de implicarem no abandono das concepções alternativas, algo que não é fácil de conseguir e que também pode não ser conveniente, haja visto que esses conhecimentos atendem as necessidades dessas pessoas.

Uma pessoa com formação científica poderia rir da ingenuidade do pensamento infantil, capaz de inventar a entidade frio em contrapartida ao calor, e de distinguir duas formas de "energia" que podem fluir de um corpo ao outro [...]. No entanto, no seu cotidiano, essa pessoa continuará a usar esses conceitos de uma forma muito natural. Mesmo porque soaria pedante alguém afirmar que "vestiu uma blusa de lã porque ela é um bom isolante térmico, impedindo que o corpo ceda calor para o ambiente". (MORTIMER, 1996. p.26)

Uma proposta mais tangível seria a de um desenvolvimento ou evolução conceitual, na qual os estudantes incorporariam os conceitos científicos em suas estruturas

cognitivas pré-existentes e assim adquiririam diferentes tipos de conhecimento ou representações para tarefas ou situações diversas.

Alguns autores (POZO e CRESPO, 2009), (MORTIMER, 1996), (LINDER, 1993 *apud* MORTIMER, 1996) aceitam a ideia da independência entre as formas de conhecimento alternativo e científico, de modo que não seria necessária a substituição de uma forma pela outra e sim uma clareza de em quais situações usar cada uma destas formas de pensar. Com isso, além de saber em quais situações usar suas concepções alternativas ou os conhecimentos científicos, os alunos devem ser capazes de aprender modelos mais complexos sob a luz destes conhecimentos cientificamente aceitos e de fazer previsões corretas sobre os

Essa noção permite entender a evolução das ideias dos estudantes em sala de aula não como uma substituição de ideias alternativas por ideias científicas, mas como uma evolução de um perfil de concepções, em que as novas ideias adquiridas no processo de ensino-aprendizagem passam a conviver com as ideias anteriores, sendo que cada uma delas pode ser empregada no contexto conveniente. Através desta noção é possível situar as ideias dos estudantes num contexto mais amplo que admite sua convivência com o saber escolar e com o saber científico (MORTIMER, 1996, p. 23).

A consideração de uma evolução conceitual a partir das concepções alternativas também está presente na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. Segundo ele para que ocorra uma "aprendizagem significativa", os alunos quando submetidos a instrução em sala de aula, o novo conceito tem que "ancorar" com os conceitos já existentes em sua estrutura cognitiva, isso resulta em uma modificação do conhecimento que os alunos já possuíam, resultando em um conceito novo/modificado e mais abrangente. De acordo com Ausubel (1980 *apud* Pozo e Crespo, 2009, p 86): "[...] O fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos". Ou seja, o professor deve investigar o que o aluno já conhece sobre o assunto com a intenção de escolher a melhor estratégia de ensino.

Portanto, sempre que uma pessoa tenta compreender algo novo, precisa ativar seus conhecimentos prévios para dar suporte e organização aos novos conceitos. Todavia, mesmo que os aprendizes incluam os novos conceitos aos seus

conhecimentos prévios, não é garantia de uma aprendizagem correta dos conceitos científicos.

Alguns pesquisadores citados anteriormente, além de contribuírem para identificar as concepções alternativas. Também deram contribuição na elaboração de propostas para lidar com elas utilizando-se de várias estratégias e metodologias de ensino.

Em um estudo desenvolvido por Carvalho e Teixeira (1985), após o levantamento das concepções alternativas, os estudantes foram colocados em contato com um aparato experimental em que puderam simular diferentes movimentos, verificar suas hipóteses iniciais e, conseqüentemente, mudar suas respostas. Em outro estudo, Peduzzi e Peduzzi (1985) sugerem que um eficiente método de ensino para promover a evolução conceitual é colocar os estudantes diante de situações nas quais eles percebam que suas concepções alternativas são insuficientes para resolver problemas apresentados. Nessa situação, os alunos são obrigados a recorrer as ideias cientificamente aceitas e a evoluir suas próprias concepções. Em 1983, Zylbersztajn chegou à mesma conclusão, ou seja, que uma boa metodologia de ensino seria colocar os alunos frente a situações nas quais suas concepções alternativas são incapazes de resolver o problema ou explicar o fenômeno. Em seu trabalho, o autor sugere como etapas a serem desenvolvidas durante as atividades:

- 1- Criar uma situação que induza os alunos a invocarem suas concepções a fim de interpretá-las.
- 2- Encoraja-los a descreverem verbalmente e através de figuras as suas ideias.
- 3- Ajuda-los a enunciarem de modo claro e conciso as suas ideias.
- 4- Encorajar o debate sobre os prós e contras de diferentes interpretações dos alunos.
- 5- Criar um conflito cognitivo entre as concepções iniciais apresentadas pelos alunos e algum fenômeno que não possa ser explicado pelas mesmas.
- 6- Apoiar a busca de uma solução e encorajar sinais de uma acomodação de ideias.
- 7- Encorajar a elaboração da nova concepção quando esta for proposta.

Carvalho (2013) aposta em uma metodologia de ensino baseada na investigação, que ela denominou de "sequencias de ensino investigativas" (SEIs). Segundo a autora, elas dão a oportunidade aos alunos de confrontarem suas concepções alternativas com os resultados obtidos através de um processo de investigação, que não necessariamente tem que ser experimental.

Este material tem como objetivo propor atividades experimentais baseadas nesta metodologia de ensino. Acredita-se que as SEIs são uma boa maneira de contribuir para a evolução conceitual, aproximando as concepções alternativas do conhecimento cientificamente aceito.

5 ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS COMO ALTERNATIVA AO LABORATÓRIO TRADICIONAL DE FÍSICA

Em uma pesquisa realizada no IFES campus Cachoeiro de Itapemirim atividades baseadas na metodologia investigativa tiveram bons resultados (Pereira, 2014).

As atividades aconteceram durante o ano letivo de 2013 e participaram alunos do 1º ano do curso de eletromecânica integrado, curso equivalente ao 1º ano do ensino-médio. Os alunos já haviam estudado o conteúdo de cinemática no primeiro bimestre.

As análises desenvolvidas neste trabalho foram realizadas a partir das respostas dadas ao teste diagnóstico e da produção escrita dos alunos após a realização das atividades investigativas. A metodologia de análise utilizada foi a Análise de Conteúdo de Bardin (1977). Para isso utilizou-se as respostas dadas ao teste diagnóstico e a produção escrita dos alunos.

As análises das respostas do teste diagnóstico mostraram que a concepção alternativa mais encontrada foi a consideração, por parte dos alunos, que dois móveis possuem velocidades iguais se estiverem em posições iguais.

Com base nesta concepção encontrada, foram elaboradas três atividades experimentais investigativas que colocavam à prova tal concepção alternativa.

As análises dos resultados das produções escritas pelos alunos após a realização das atividades mostraram que:

- Mesmo após uma instrução formal no estudo de cinemática, que foi realizada no primeiro bimestre, os alunos ainda pensavam de acordo com as concepções alternativas. Isso confirma que tais concepções são persistentes, resistentes à mudança e são barreiras à aprendizagem de conhecimentos cientificamente aceitos (PINTÓ *et al*, 1996); (PIETROCOLA, 2001);
- Alguns alunos se aproximaram da concepção cientificamente aceita e outros apenas se distanciaram da concepção alternativa inicial demonstrada no teste diagnóstico. Este resultado corrobora com as discussões levantadas neste trabalho

por Mortimer (1996) e por Pozzo e Crespo (2009), que defendem a ideia de que uma evolução conceitual não necessariamente seria a passagem de uma forma de pensar intuitiva para uma científica e sim uma mudança na forma de pensar do aluno;

- o uso da sequência de atividades experimentais aqui propostas, pensada em uma abordagem investigativa, tem potencial para contribuir para um melhor aprendizado dos conceitos físicos dos alunos de ensino médio. Nesse sentido, vale a pena discutir e repensar as atividades experimentais que tradicionalmente são desenvolvidas e buscar alternativas que aproveitem da melhor maneira o espaço que escolas como os IFES possuem para este trabalho. - os resultados encontrados concordam com as pesquisas que têm apontado que estudantes de todos os níveis aprendem com maior facilidade quando submetidos a uma metodologia que se baseia na investigação científica, parecida com a realizada em laboratórios científicos (AZEVEDO, 2006; CARVALHO, 2013; ZÔMPERO e LABURÚ, 2011; CARVALHO *et al*, 1998 e MUNFORD e LIMA, 2007).

Como forma de trabalho, aconselha-se que inicialmente seja trabalhada a parte conceitual do conteúdo de velocidade. Somente depois disso deve-se apresentar atividades que levem os alunos a construir as relações matemáticas. Assim, as relações matemáticas serão construídas pelos alunos com base em um conhecimento conceitual inicial, o professor não dará a equação pronta, mas o aluno irá construí-la através da atividade.

6 PROPOSTAS DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS ABORDANDO O CONCEITO DE VELOCIDADE

Este material propõem três atividades experimentais. As atividades de laboratório foram planejadas na forma de Sequências de Ensino Investigativas (SEIs), planejadas de forma a proporcionar condições para que os alunos demonstrem suas concepções alternativas, tenham ideias e as discutam com colegas e com o professor e, a partir disso, evoluam seu conhecimento em direção ao conhecimento científico.

Todas as atividades foram pensadas com o objetivo de promover uma evolução conceitual quanto à concepção de que dois móveis possuem a mesma velocidade sempre que estiverem em uma mesma posição.

6.1 PRIMEIRA ATIVIDADE: CORRIDA DE CARRINHOS

6.1.1 Abordagem conceitual

A primeira atividade utiliza como aparato experimental dois carrinhos movidos à pilha (Figura 1). Os dois carrinhos devem movimentar-se com velocidades constantes. No entanto, um deles deve possuir uma velocidade menor do que o outro, mas essa informação deve ser descoberta pelos alunos.



Figura 1: Carrinho com retropropulsão

👍 Dica importante: pode-se usar dois carrinhos iguais e em um deles colocar um peso, a fim de aumentar sua massa. Assim, ele terá uma velocidade menor.

Inicialmente, você, professor, deve colocar duas marcas sobre a bancada do laboratório (saída e chegada). A marca de saída pode possuir a mesma largura da fita usada para fazer a marca, dois centímetros de largura, no caso da fita crepe. A marca de chegada deve possuir 10 cm de largura. Isso é necessário por que uma marca de chegada muito estreita dificulta a realização do experimento, pois o tempo de cruzamento, ou seja, o momento que os carrinhos estão na mesma posição é muito pequeno.

O problema posto aos estudantes envolve ligar os carrinhos ao mesmo tempo, um deles saindo da posição de largada e o outro saindo de qualquer posição antes dessa linha, de forma que eles cruzem a linha de chegada ao mesmo tempo. Espera-se que, logo que os alunos descubram que as velocidades não são iguais, eles reconsiderem as posições iniciais. Assim, o carrinho de menor velocidade deve partir da posição de largada e o de maior velocidade deve partir de uma posição anterior.

O objetivo é que, ao final, os alunos descubram que os carrinhos não têm a mesma velocidade ao cruzarem a linha de chegada e relacionem esse resultado à distância percorrida e o tempo gasto.

6.2 SEGUNDA ATIVIDADE: CORRIDA DE CARRINHOS

6.2.1 Abordagem matemática

Esta segunda atividade utiliza como aparato experimental os mesmos dois carrinhos movidos a pilha, uma trena de cinco metros, uma régua de trinta centímetros, um relógio de ponteiro e um cronômetro digital. Os alunos devem determinar a velocidade de cada carrinho ao passar pela linha de chegada e, para isso, inicialmente, você professor deve colocar duas marcas sobre a bancada do laboratório (saída e chegada).

👍 Dica importante: assim como na atividade anterior, pode-se usar dois carrinhos iguais e em um deles colocar um peso, a fim de aumentar sua massa. Assim, ele terá uma velocidade menor.

Inicialmente, você, professor, deve colocar duas marcas sobre a bancada do laboratório (saída e chegada). A marca de saída pode possuir a mesma largura da fita usada para fazer a marca, dois centímetros de largura, no caso da fita crepe. A marca de chegada deve possuir 10 cm de largura. Isso é necessário por que uma marca de chegada muito estreita dificulta a realização do experimento, pois o tempo de cruzamento, ou seja, o momento que os carrinhos estão na mesma posição é muito pequeno.

Todos os materiais devem ser dispostos sobre a bancada para que os alunos definam quais deles vão facilitar a coleta dos dados necessários (trena e cronômetro digital). Espera-se que os alunos percebam que as velocidades dos carrinhos são diferentes, embora estejam na mesma posição. Essa atividade é importante para aqueles estudantes que, mesmo depois de realizar e discutir a primeira atividade continuam a afirmar que a velocidade dos carrinhos são iguais no momento do encontro.

A partir dessa atividade, pode-se deduzir a equação para o cálculo da velocidade e discutir, com os alunos, a relação entre as grandezas presentes na equação.

6.3 TERCEIRA ATIVIDADE

6.3.1 Abordagem matemática

Esta atividade utiliza dois trilhos de ar, dois carrinhos para trilhos de ar, uma mola, quatro sensores fotoelétricos e um cronômetro ligado aos sensores fotoelétricos. Os dois trilhos devem ser colocados paralelos um ao outro sobre a bancada e alinhados. Ou seja, devem começar e terminar nas mesmas posições (Figura 2). Um dos trilhos deve estar plano para que o carrinho não sofra nenhuma aceleração durante seu movimento, o outro deve estar com uma pequena inclinação, aproximadamente 5 graus, para que o movimento do carrinho seja acelerado. Assim, um dos carrinhos seguiria uma trajetória retilínea plana, com velocidade constante e

o outro seguiria uma trajetória retilínea descendo o plano inclinado e, portanto, teria aceleração. Os sensores de cada trilho devem colocados na mesma posição, de forma a permitir a determinação da velocidade de cada carrinho entre um sensor e outro (FIGURA 3).

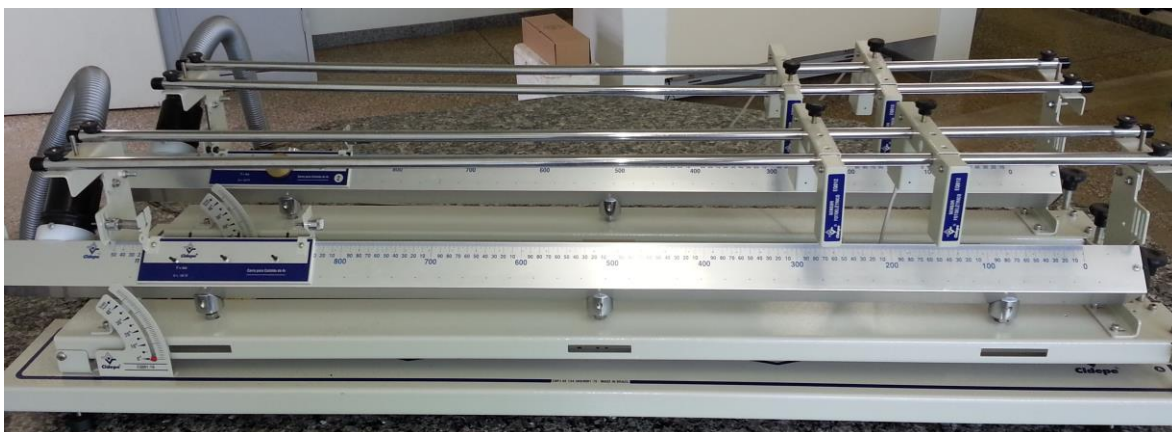


Figure 2: Trilhos de ar com sensores fotoelétricos, vista lateral.



Figure 3: Sensores fotoelétricos, vista aproximada.

O aluno deve posicionar os carrinhos nas mesmas posições, porém um em cada trilho. O carrinho do trilho plano deve ficar pressionado contra a mola.

👍 Dica importante: *posicione o carrinho na mola com o trilho desligado, o atrito entre o carrinho e o trilho irá segurá-lo preso à mola.* Os trilhos devem ser ligados e o movimento dos carrinhos deve iniciar ao mesmo tempo. Aquele que está no trilho plano, comprimido a uma mola, sairá na frente do carrinho posto no trilho inclinado. No entanto, com o passar do tempo, o carrinho do trilho inclinado alcançará o outro e o ultrapassará. Os alunos precisam visualizar o movimento dos dois carrinhos e descobrir qual é a velocidade de cada um deles no momento da ultrapassagem, momento em que estavam na mesma posição. Para realizar esta tarefa os alunos manipulam os sensores fotoelétricos a fim de medir o tempo e uma trena a fim de medir a distância. Logo no início da atividade são questionados se as velocidades dos carrinhos são iguais no momento do encontro.

Espera-se que o aluno, ao final do experimento, perceba que os dois carrinhos, apesar de estarem na mesma posição, não têm a mesma velocidade. Espera-se também que o aluno consiga relacionar de maneira cientificamente aceita a distância percorrida com o tempo gasto a fim de descobrir a velocidade dos dois carrinhos.

7 DICAS INPORTANTES PARA A REALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS

Durante a realização dos experimentos é importante que:

- A sequência proposta ocorra preferencialmente nesta ordem: primeira atividade, segunda atividade e terceira atividade.
- Cada atividade necessita de pelo menos uma hora para ser realizada.
- Antes de iniciar as atividades é interessante a aplicação de um questionário diagnóstico (Anexo 1). Tanto este questionário quanto as atividades foram planejadas tomando-se como base a concepção alternativa que dois móveis possuem a mesma velocidade quando estão na mesma posição.
- Durante a realização das atividades o professor deve deixar com que os alunos discutam entre si, não interferindo, mesmo se eles estiverem errando. O erro deve ser percebido pelos próprios alunos com suas tentativas de resolver o problema proposto.
- Após a realização de cada atividade discuta com os alunos, em grupo, como foi que conseguiram resolver o problema. É importante que o professor não dê respostas prontas e que, por meio de questionamentos, guie seus alunos ao conhecimento cientificamente aceito.

Exemplos de perguntas que podem ser feitas pelo professor neste momento:

a) Como foi que conseguiram fazer os dois carrinhos passarem juntos pela marca?

De acordo com a resposta dada a este questionamento o professor pode então perguntar:

b) Por que usaram a trena e não a régua?

c) Os dois carrinhos têm a mesma velocidade no momento do encontro?

d) Qual era a velocidade dos carrinhos no momento do encontro?

e) Como é possível neste caso os dois carrinhos terem andado distâncias iguais e ainda assim não terem a mesma velocidade?

- Após essa fase é importante para o aluno alguma atividade individual que faça com que ele sistematize o conhecimento adquirido no experimento. Como sugestão, tem-se uma atividade escrita que está em anexo. (Anexo 2).

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO, Maria. Cristina. P. Stella. de. **Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula**. In: _____. Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática. Anna Maria Pessoa de Carvalho (Org.). São Paulo. Pioneira Thomson, 2006, p. 19-33.
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Persona, 1977.
- BRASIL. MEC. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais**, Brasília: MEC, 1997.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais /Secretaria de Educação Fundamental**. Brasília: MEC /SEF, 1998, disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf>.> Acessado em junho de 2014.
- CARVALHO, A. M. P.; Teixeira, O. P. B. O Conceito de Velocidade em Alunos da 5^o série do 1^o grau: um Estudo a partir de Questões Típicas de Sala de Aula. São Paulo: R. Fac. Educ. 11 (1/2), 1985. p.173-191.
- CARVALHO, Anna. Maria. P. de. et al. **Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico**. São Paulo: Scipione, 1998.
- CARVALHO, Anna Maria P. de. **O ensino de ciências e a proposição de seqüências de ensino investigativas**. In: CARVALHO, Anna Maria P. de (Org.). Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. cap. 1, p. 1-20.
- GOMES, Luciano Carvalhais. **CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS E DIVULGAÇÃO: ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE FORÇA E MOVIMENTO EM UMA REVISTA DE POPULARIZAÇÃO CIENTÍFICA**. 2008. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2008.
- LEITE, Laurinda Souza Ferreira. **Concepções Alternativas em Mecânica Um Contributo para a Compreensão do seu Conteúdo e Persistência**. Tese de Doutorado - Universidade do Minho, Braga, 1993.
- MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. 3^o edição, São Paulo: Editora Pedagógica Universitária, 1999.
- MORTIMER, Eduardo. Fleury. **Construtivismo, Mudança Conceitual e Ensino de Ciências: Para Onde Vamos?**. Investigações em Ensino de Ciências. v.1, n.1, p.20-39, 1996.
- MUNFORD, Danusa.; LIMA, Maria. Emília. de Castro. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo?. Revista Ensaio, v. 9, n. 1, 2007.
- PEDUZZI, L. O. Q.; PEDUZZI, Sônia S. **O conceito de força no movimento e as duas primeiras leis de Newton**. Cad. Cat. Ens. Fis. v.2, n.1, p.6 -15, 1985.

PEREIRA, W.V. **Propostas de utilização de sequencias didáticas investigativas no estudo do conceito de velocidade no Ensino Médio.** Dissertação (Mestrado em ensino de física) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014.

PIETROCOLA, M. **Construção e Realidade: o Papel do Conhecimento Físico no Entendimento do Mundo.** In: Ensino de Física: Conteúdo, Metodologia e Epistemologia numa Abordagem Integradora. PIETROCOLA, M. (org). Florianópolis : Editora da UFSC, 2001.

PINTÓ, R., ALIBERAS, J. e GÓMEZ, R. **Tres enfoques de la investigation sobre concepciones alternativas.** Enseñanza de las Ciencias, 14(2), 1996, p. 221-232.

POZO; J.I. CRESPO; M.A.G. **A aprendizagem e o ensino de ciências.** artmed, 2009.

TROWBRIDGE, D. E.; MCDERMOTT, L. C. **Investigation of the concept of velocity in one dimension.** *American Journal of Physics*, V.48(12), Dec, 1980.

TROWBRIDGE, D. E.; MCDERMOTT, L. C. **Investigation of student understanding of the concept of acceleration in one dimension.** *American Journal of Physics*, V.49(3), p.242-253,1981.

ZÔMPERO, Andréia. Freitas; LABURÚ, Carlos. Eduardo. **ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: ASPECTOS HISTÓRICOS E DIFERENTES ABORDAGENS.** Revista Ensaio v.13, n.03, p.67-80, 2011.

ZYLBERSZTAJN, A. **Conceitos espontâneos em Física: exemplos em dinâmica e implicações para o ensino.** Rev. Ens. Fís. v.5, n.2, p.3-16, 1983.

WATTS, D. M.; ZYLBERSZTAJN, A. A survey of some children's ideas about force. *Phys. Educ.* v.16, n.6, p.360-365, 1981.

WILSEK, M.; TOSIN, J. Ensinar e aprender ciências no ensino fundamental com atividades investigativas através da resolução de problemas. *Estado do Paraná*, v. 3, n. 5, 2012. Disponível em:

<<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1686-8.pdf> > Acesso em: junho de 2014.

9 ANEXOS

Anexos 1: Sugestão de teste diagnóstico

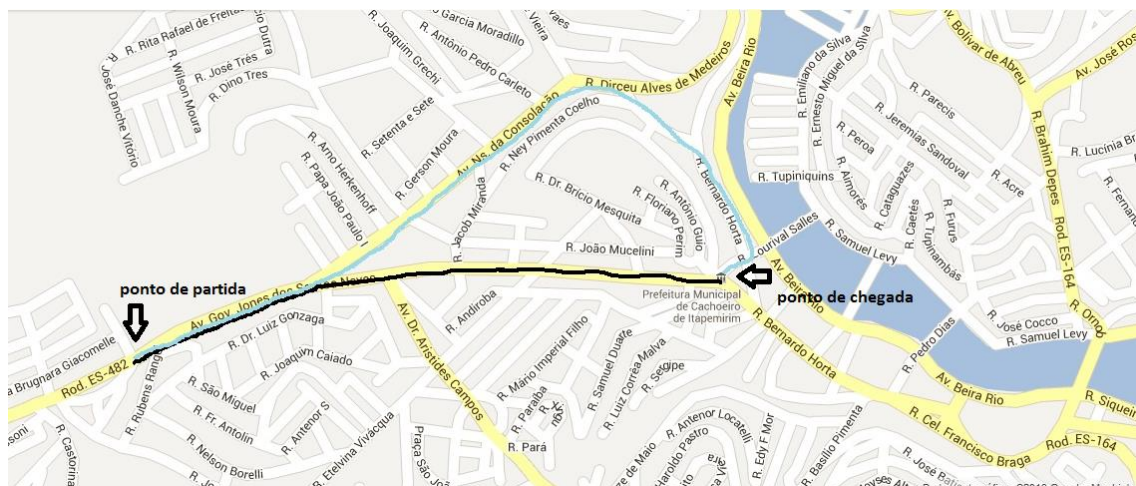


MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CAMPUS CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM

Rodovia BR-482 (Cachoeiro-Alegre) – Fazenda Morro Grande – Caixa Postal 527 – 29300-970 – Cachoeiro de Itapemirim – ES
28 3526-9000

Questionário diagnóstico

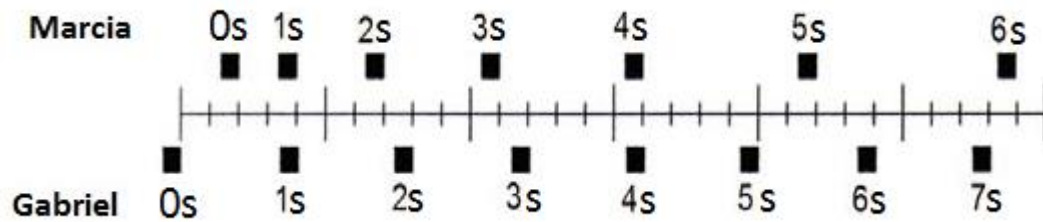
1) Eu e meu amigo estávamos discutindo qual caminho era melhor tomar para sair de onde estávamos e ir para a Prefeitura Municipal. Ele disse que o caminho mais rápido era o que está em preto no mapa abaixo, e eu disse que por causa do trânsito, o mais rápido era o caminho que está azul no mapa. Como não chegamos a um acordo, resolvemos apostar uma corrida pelas ruas de Cachoeiro de Itapemirim. Partimos ao mesmo tempo do ponto de partida e chegamos ao mesmo tempo na Prefeitura Municipal, onde era o ponto de chegada. Analisando esse texto e a figura abaixo responda:



a) Considerando que as nossas velocidades são constantes durante todo o trajeto da corrida, podemos, então, afirmar que as nossas velocidades são iguais? Por quê? Explique com suas palavras.

b) Considerando o trajeto que cada um teve nesta corrida responda: O que é igual, a distância percorrida, o deslocamento ou ambos (distância e deslocamento)? Explique com suas palavras:

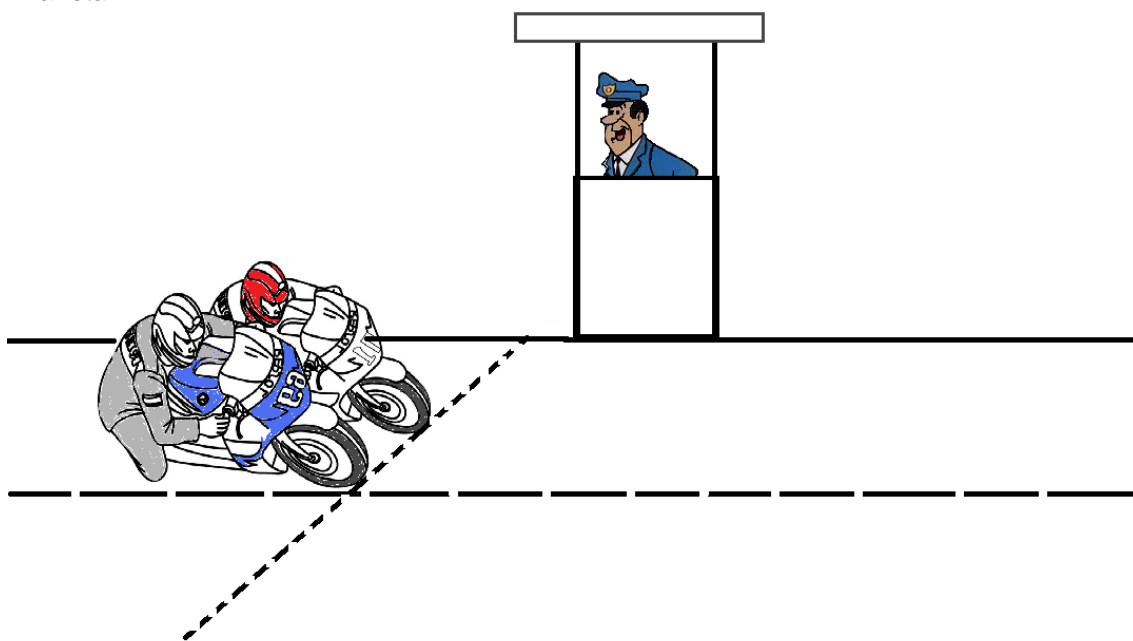
2) Márcia e Gabriel, que são amigos, começam a discutir quem é o mais rápido. Como a discussão não ia chegar a lugar nenhum, eles resolvem apostar uma corrida. Gabriel, confiando na vitória, deixa Márcia sair um pouco na sua frente. Para que você possa entender como ocorreu essa disputa, apresentamos o desenho abaixo que representa as posições de Márcia e Gabriel a cada segundo da corrida.



a) Existe algum momento da corrida em que a velocidade de Márcia é igual à velocidade de Gabriel? Por quê? Explique com suas palavras.

b) Considerando que o final da reta é a chegada, e que os dois chegam lá. Eles percorreram a mesma distância, o mesmo deslocamento ou mesma distância e deslocamento? Por que? Explique com suas palavras.

3) Dois pilotos de moto, que estavam apostando corrida em uma rodovia de Cachoeiro de Itapemirim, passam ao mesmo tempo por uma linha que estava pintada no asfalto em frente ao IFES e são observados por um guarda que estava na guarita da portaria. Obs.: as motos estão se movimentando em linha reta.



Considere que as motos se deslocavam com velocidades constantes. É possível para o segurança afirmar que elas tinham a mesma velocidade no exato instante em que estavam em frente ao IFES? Por que? Explique com suas palavras.

Anexos 2: Sugestões de atividades para os alunos



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

CAMPUS CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM

Rodovia BR-482 (Cachoeiro-Alegre) – Fazenda Morro Grande – Caixa Postal 527 – 29300-970 – Cachoeiro de Itapemirim – ES
28 3526-9000

PRIMEIRA ATIVIDADE

A seguir são apresentadas algumas questões para discutirmos pontos importantes da atividade realizada. Utilize os espaços em branco para dar o máximo de informações. Faça desenhos também, para ajudar-nos a compreender melhor a sua resposta.

Questão1:

a) O que vocês tiveram que fazer para que os carrinhos chegassem juntos na marca? Descreva e faça um desenho.

b) Os dois carrinhos podem sair de uma mesma posição para chegarem juntos na marca? Por quê? Explique com suas palavras.

c) Você pode afirmar que os carrinhos tiveram a mesma velocidade em algum ponto do percurso? Explique.

d) Você pode afirmar que os carrinhos têm a mesma velocidade quando passam juntos pela marca posta na bancada? Explique e faça um desenho.

e) Faça uma comparação entre as ideias que você tinha sobre velocidade antes de fazer o experimento e as ideias que você tem agora. Por exemplo: Você pode falar sobre coisas que você:

- não sabia antes e que agora sabe; - não entendia antes e que agora entendeu; - achava difíceis antes e que agora ficaram mais fáceis para você.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

CAMPUS CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM

Rodovia BR-482 (Cachoeiro-Alegre) – Fazenda Morro Grande – Caixa Postal 527 – 29300-970 – Cachoeiro de Itapemirim – ES
28 3526-9000

SEGUNDA ATIVIDADE

A seguir são apresentadas algumas questões para discutirmos pontos importantes da atividade realizada. Utilize os espaços em branco para dar o máximo de informações. Faça desenhos também, para ajudar-nos a compreender melhor a sua resposta.

Questão1:

a) Quais materiais vocês escolheram para a realização da atividade? Por quê?

Explique com suas palavras:

b) O que vocês fizeram para descobrir as velocidades de cada carrinho? Descreva e faça desenho.

c) Então, para descobrir a velocidade de alguém o que nós precisamos conhecer a respeito do seu movimento? Explique com suas palavras:

d) Analisando os resultados das velocidades dos carrinhos podemos afirmar que eles tinham a mesma velocidade no momento do encontro? Por quê? Explique com suas palavras.

e) Faça uma comparação entre as ideias que você tinha sobre velocidade antes de fazer o experimento e as ideias que você tem agora. Por exemplo: Você pode falar sobre coisas que você:

- não sabia antes e que agora sabe; - não entendia antes e que agora entendeu; - achava difíceis antes e que agora ficaram mais fáceis para você.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

CAMPUS CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM

Rodovia BR-482 (Cachoeiro-Alegre) – Fazenda Morro Grande – Caixa Postal 527 – 29300-970 – Cachoeiro de Itapemirim – ES
28 3526-9000

TERCEIRA ATIVIDADE

A seguir são apresentadas algumas questões para discutirmos pontos importantes da atividade realizada. Utilize os espaços em branco para dar o máximo de informações. Faça desenhos também, para ajudar-nos a compreender melhor a sua resposta.

Questão1:

a) Com você fez para descobrir a velocidade de cada carrinho? Descreva o passo a passo e faça um desenho.

b) Para descobrir a velocidade de um móvel qualquer o que é necessário saber? Por quê?

c) No encontro os carrinhos tinham velocidades iguais? Por quê? Qual era a velocidade de cada um dos carrinhos?

d) Faça uma comparação entre as ideias que você tinha sobre velocidade antes de fazer o experimento e as ideias que você tem agora. Por exemplo: Você pode falar sobre coisas que você:

- não sabia antes e que agora sabe; - não entendia antes e que agora entendeu; - achava difíceis antes e que agora ficaram mais fáceis para você.