



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

**A APRENDIZAGEM DE CONCEITOS BÁSICOS DE
CINEMÁTICA NO ENSINO FUNDAMENTAL MAIOR:
UM RELATO DE EXPERIÊNCIA COM O USO DE ATIVIDADES
INVESTIGATIVAS**

GILSON SOARES BORGES

BELEM

2018

**A APRENDIZAGEM DE CONCEITOS BÁSICOS DE
CINEMÁTICA NO ENSINO FUNDAMENTAL MAIOR:
UM RELATO DE EXPERIÊNCIA COM O USO DE ATIVIDADES
INVESTIGATIVAS**

GILSON SOARES BORGES

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física do Instituto de Ciências Exatas e Naturais no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Prof.^a Dr^a Silvana Perez

Coorientador: Prof. Dr. Penn Lee Rodrigues

BELÉM

2018



ATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA.

ATA DA 20ª SESSÃO DE APRESENTAÇÃO E DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO INTITULADA “A APRENDIZAGEM DE CONCEITOS DE CINEMÁTICA NO ENSINO FUNDAMENTAL MAIOR: UM RELATO DE EXPERIENCIA COM O USO DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS” PARA CONCESSÃO DO GRAU DE MESTRE EM FÍSICA, DE ACORDO COM O ART. 33º DO REGIMENTO GERAL DO MNPEF, REALIZADA ÀS 15 HORAS DO DIA 14 DE DEZEMBRO DE 2018, NO LABORATÓRIO DE FÍSICA-ENSINO. A DISSERTAÇÃO FOI APRESENTADA DURANTE 50 MINUTOS PELO CANDIDATO **GILSON SOARES BORGES**, DIANTE DA BANCA EXAMINADORA APROVADA PELA SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA, ASSIM CONSTITUÍDA: MEMBROS: **PROF. DR. PENN LEE MENEZES RODRIGUES (COORDENADOR)**, **PROFA. DRA. VIVIANE BRICCIA DO NASCIMENTO (MEMBRO EXTERNO)**, **PROF. DR. EDUARDO VIEIRA (MEMBRO EXTERNO)**, **PROFA. DRA. FÁTIMA NAZARÉ BARAÚNA MAGNO (MEMBRO INTERNO)** E EM SEGUIDA, O CANDIDATO FOI SUBMETIDO À ARGÜIÇÃO, TENDO DEMONSTRADO SUFICIÊNCIA DE CONHECIMENTOS NO TEMA OBJETO DA DISSERTAÇÃO, HAVENDO À BANCA EXAMINADORA DECIDIDO PELA APROVAÇÃO DA MESMA. PARA CONSTAR, FORAM LAVRADOS OS TERMOS DA PRESENTE ATA, QUE LIDA E APROVADA RECEBE A ASSINATURA DOS INTEGRANTES DA BANCA EXAMINADORA E DO CANDIDATO.

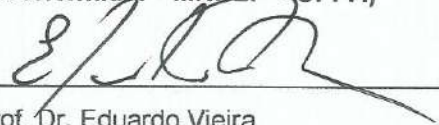
CANDIDATO:



BANCA EXAMINADORA:



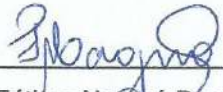
Prof. Dr. Penn Lee Menezes Rodrigues
(Coorientador - MNPEF - UFPA)



Prof. Dr. Eduardo Vieira
(Membro Externo - UFPA)



Profa. Dra. Viviane Briccia do Nascimento
(Membro Externo - UESC)



Profa. Dra. Fátima Nazaré Baraúna Magno
(Membro Interno - MNPEF - UFPA)

 <p>MNPEF Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física</p>	 <p>Universidade Federal do Pará</p>	 <p>SBF SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA</p>
--	---	--

PARECER DA BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA.

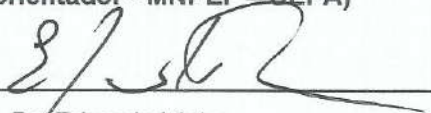
TEMA: "A APRENDIZAGEM DE CONCEITOS DE CINEMÁTICA NO ENSINO FUNDAMENTAL MAIOR: UM RELATO DE EXPERIENCIA COM O USO DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS".

A Banca Examinadora composta pelos Professores: **Dr. PENN LEE MENEZES RODRIGUES** (Coorientador), **Dra. VIVIANE BRICCIA DO NASCIMENTO** (Membro Externo), **Dr. EDUARDO VIEIRA** (Membro Externo) e **DrA. FATIMA NAZARÉ BARAÚNA MAGNO** (Membro Interno), e consideram o candidato **GILSON SOARES BORGES**:

APROVADO

Secretaria do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Federal do Pará, em 14 de dezembro de 2018.


 Prof. Dr. Penn Lee Menezes Rodrigues
 (Coorientador - MNPEF - UEPA)


 Prof. Dr. Eduardo Vieira
 (Membro Externo - UFPA)


 Profa. Dra. Viviane Briccia do Nascimento
 (Membro Externo - UESC)


 Profa. Dra. Fatima Nazaré Baraúna Magno
 (Membro Interno - MNPEF - UFPA)

**A APRENDIZAGEM DE CONCEITOS DE CINEMÁTICA NO ENSINO FUNDAMENTAL
MAIOR: UM RELATO DE EXPERIENCIA COM O USO DE ATIVIDADES
INVESTIGATIVAS**

GILSON SOARES BORGES

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Pará (UFPA) em Ensino de Física no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

COORIENTADOR:



Prof. Dr. PENN LEE MENEZES RODRIGUES
(MNPEF – UEPA)

MEMBRO EXTERNO



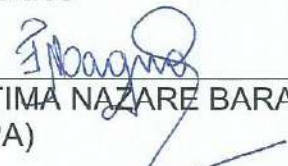
Profa. Dra. VIVIANE BRICCIA DO NASCIMENTO
(UESC)

MEMBRO EXTERNO



Prof. Dr. EDUARDO VIEIRA
(UFPA - IEMCI)

MEMBRO INTERNO



Profa. Dra. FÁTIMA NAZARE BARAUNA MAGNO
(MNPEF – UFPA)

Belém - PA
Dezembro - 2018



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA - MNPEF
Av. Augusto Corrêa, 01 – 66075-110, Belém- PA
Fone/FAX: (091) 3201-7403

DECLARAÇÃO DE REVISÃO DA VERSÃO FINAL DE DISSERTAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que o discente GILSON SOARES BORGES, regularmente matriculado no curso do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) apresentou a **VERSÃO FINAL** de sua Dissertação de Mestrado defendida em 14 de Dezembro de 2018, conforme relata a ATA da 20ª sessão de defesa do MNPEF, cujo título foi **“A APRENDIZAGEM DE CONCEITOS DE CINEMÁTICA NO ENSINO FUNDAMENTAL MAIOR: Um Relato de Experiência com o Uso de Atividades Investigativas”**, e que o mesmo fez todas as revisões e sugestões indicadas pela banca examinadora.

Belém-Pará, 19 de Março de 2019.


Prof. Dr. PENN LEE MENEZES RODRIGUES
Coorientador


GILSON SOARES BORGES
Mestrando

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Borges, Gilson Soares.

A APRENDIZAGEM DE CONCEITOS BÁSICOS DE CINEMÁTICA NO ENSINO
FUNDAMENTAL MAIOR : UM RELATO DE EXPERIÊNCIA COM O USO DE ATIVIDADES
INVESTIGATIVAS / Gilson Soares Borges, . — 2018.

91 f. : il. color.

Orientador(a): Prof^a. Dra. Silvana Perez

Coorientador(a): Prof. Dr. Penn Lee Rodrigues

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Física, Instituto de Ciências Exatas
e Naturais, Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.

1. Ensino de Física. 2. atividades investigativas no ensino de Ciências. 3. alfabetização
científica. 4. argumentação. 5. ensino fundamental. I. Título.

CDD 530

“Amarás O Senhor teu Deus, de todo o teu coração, de toda a tua alma e de todo o entendimento.”

“Provérbios 31:10”

Às mulheres da minha vida, mãe, esposa e filha.
Maria José, Suellen Borges e Livia Sophie.

RESUMO

A APRENDIZAGEM DE CONCEITOS BÁSICOS DE CINEMÁTICA NO ENSINO FUNDAMENTAL MAIOR: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA COM O USO DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS

GILSON SOARES BORGES

A abordagem de cinemática nas escolas brasileiras, tanto do ensino fundamental quanto no médio, é comumente realizada de por meio de uma pedagogia tradicional, baseada na exposição da teoria e na resolução de exercícios de repetição, com enfoque quase sempre matemático. O presente trabalho teve como objetivo propor o uso de uma abordagem ativa no estudo desse tema, trazendo para a sala de aula uma abordagem fundamentada na teoria construtivista, com o uso de uma sequência de ensino investigativo (SEI) e uma atividade para casa envolvendo um aplicativo de localização para celular, o *Google Maps*. O material didático foi desenvolvido e aplicado no ensino fundamental na rede educacional da cidade de Belém, estado do Pará, onde foram explorados os conceitos de velocidade (rapidez, velocidade média, e instantânea) e de aceleração. Concomitantemente com a discussão dos conceitos de Física específicos, o uso da abordagem indagativa possibilitou trabalhar com os estudantes competências e habilidades relacionadas de forma mais global com a educação científica, em particular a argumentação científica. A SEI foi aplicada em aproximadamente três horas aulas, em diversas unidades de ensino, e para a avaliação dos resultados foi feita a verificação das transcrições do diálogo dos grupos, utilizando os indicadores de alfabetização científica de Sasseron e Carvalho e a estrutura argumentativa de Toulmin, além do relato de experiência do professor. Como resultado, pôde-se observar primeiramente a motivação da turma pela nova abordagem didática. Além disso, foi possível encontrar elementos constituintes de uma argumentação científica, bem como indicadores de alfabetização científica, bem como indícios, de aprendizagem significativa de conceitos físicos trabalhados. Palavras-chave: Ensino de Física, atividades investigativas no ensino de Ciências, ensino fundamental, alfabetização científica, argumentação, estrutura argumentativa de Toulmin.

ABSTRACT

LEARNING BASIC CONCEPTS OF KINEMATICS IN MAJOR PRIMARY EDUCATION: AN ACCOUNT OF EXPERIENCE WITH THE USE OF INVESTIGATIVE ACTIVITIES

GILSON SOARES BORGES

The kinematics approach in Brazilian schools, both elementary and middle schools, is usually carried out through a traditional pedagogy, based on the exposition of theory and the resolution of repetition exercises, with an almost always mathematical approach. The purpose of this study was to propose the use of an active approach in the study of this topic, bringing to the classroom an approach based on constructivist theory, using an investigative teaching sequence (SEI) and a home activity involving a mobile location app, Google Maps. The didactic material was developed and applied in elementary education in the educational network of the city of Belém, state of Pará, where the concepts of speed (speed, medium speed, and instantaneous) and acceleration were explored. Concurrently with the discussion of specific physics concepts, the use of the questioning approach made it possible to work with students more competences and skills related to science education, in particular the scientific argumentation. The SEI was applied in approximately three hours of classes, in different educational units, and for the evaluation of the results was verified the transcripts of the dialogue of the groups, using the scientific literacy indicators of Sasseron and Carvalho and the argumentative structure of Toulmin, besides the teacher's experience report. As a result, it was possible to observe first the motivation of the class for the new didactic approach. In addition, it was possible to find elements that constituted a scientific argumentation, as well as indicators of scientific literacy, as well as indications, of meaningful learning of worked physical concepts.

Keywords: Teaching of Physics, research activities in science teaching, fundamental education, scientific literacy, argumentation, argumentative structure of Toulmin.

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – Questão de Física retirada de uma prova do 8º ano do ensino fundamental de uma rede particular de ensino da cidade de Belém.	32
Figura 3.2 – Padrão de argumento.....	40
Figura 3.3 – Argumentação feita por alunos sobre o caso da doença nos limoeiros.	40
Figura 4.1 – Aparato experimental para a primeira atividade.	59
Figura 4.2 – Imagem do aparato experimental para observação do movimento dos carrinhos.	61
Figura 4.3 – Papel com o relato do rapto.	62
Figura 4.4 – simulação do rastro de óleo deixada pelos carros.	62
Gráfico 5.1 – Análise quantitativa do rendimento geral no questionário aplicado a trinta e dois alunos para avaliação diagnóstica.	65
Figura 5.2 – Primeira questão do questionário da avaliação diagnostica resolvida por um educando.....	66
Figura 5.3 – Resposta dada por um aluno ao responder a quarta questão da avaliação diagnóstica.	67
Figura 5.4 –Estrutura argumentativa de Toulmin retirada do diálogo do grupo G1, na turma de sexto ano.....	69
Figura 5.5 –Estrutura argumentativa de Toulmin retirada do diálogo do grupo G1, de uma turma de sexto ano.....	71

Figura 5.6 –Modelo de experimento para percepção da relação entre espaço e velocidade. ...72

Figura 5.7 – Imagem retirada do google maps, da rota da casa de um educando ao colégio.75

Figura 5.8 –Cálculo da velocidade escalar média no percurso do educando de sua casa ao colégio.76

LISTA DE TABELAS

Tabela 2. 1 – Distribuição de trabalhos com abordagem em ensino investigativo por fontes de publicação.	24
Tabela 2. 2 – Quantitativo de trabalhos por nível de ensino.	24
Tabela 2.3 – Quantitativo de trabalhos por disciplinas	25
Tabela 2.4 – Distribuição de trabalhos, de Física com abordagem em ensino investigativo no ensino fundamental, por fontes de publicação.....	25
Tabela 2.5 – Distribuição de trabalhos de Física com abordagem em ensino investigativo no ensino fundamental, por região.....	26
Tabela 2.6 – Distribuição de trabalhos, de física com abordagem em ensino investigativo no ensino fundamental, por temas.	26
Tabela 2.7 – Distribuição de trabalhos, de física com abordagem em ensino investigativo no ensino fundamental, por metodologia.	27
Tabela 2.8 – Distribuição de trabalhos, de física com abordagem em ensino investigativo no ensino fundamental, por ano.	27
Tabela 3.1 – Relação entre as fases do desenvolvimento cognitivo e suas principais características	37
Tabela 3.2 – Relação entre as fases do desenvolvimento cognitivo de Piaget e os níveis de educação básica.	38
Tabela 3.3 – Relação dos elementos constituintes básicos de uma argumentação segundo Toulmin (2006).....	39

Tabela 3.4 – Classificação dos indicadores de aprendizagem científica.....	41
Tabela 3.5 – Classificação dos indicadores de aprendizagem científica.....	42
Tabela 3.6 – Relação de laboratório de acordo com o grau a liberdade dado ao aluno	51
Tabela 3.7 – Passos de um laboratório aberto.	52
Tabela 3.8 – Passos de um laboratório aberto.	53
Tabela 4.1 – Resumo estrutural da metodologia de pesquisa.....	57
Tabela 5.1 – Análise quantitativa do rendimento em cada questão no questionário aplicado a trinta e dois alunos para avaliação diagnóstica.....	65
Tabela 5.2 – Trecho do diálogo retirado da primeira atividade com o grupo G1.....	74

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	INTRODUÇÃO.....	18
1.1	Um breve memorial e motivação do trabalho	18
1.2	Objetivo	20
1.3	Estrutura da dissertação	21
CAPÍTULO 2	UMA REVISÃO DE LITERATURA SOBRE O USO DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NO ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO FUNDAMENTAL	23
2.1	Primeiro momento da análise quantitativa	24
2.2	Segundo momento da análise quantitativa.	25
2.3	Uma breve análise qualitativa das publicações em ensino investigativo em Física no ensino fundamental.....	28
CAPÍTULO 3	REFERENCIAL TEÓRICO	30
3.1	Um Novo Olhar Sobre o Ensino de Ciências	30
3.2	Alfabetização científica desde de os anos iniciais.....	33
3.3	A avaliação da evolução da argumentação e da alfabetização científica	39
3.3.1	<i>A estrutura de argumentação segundo Toulmin</i>	<i>39</i>
3.3.2	<i>Os indicadores de alfabetização científica.....</i>	<i>41</i>
3.4	A importância da construção do conhecimento através de situações-problema	43
3.4.1	<i>O que é o ensino por investigação?.....</i>	<i>46</i>
3.4.2	<i>Como não aprender descobertas incorretas?</i>	<i>48</i>
3.4.3	<i>As Sequências de Ensino Investigativo (SEI)</i>	<i>49</i>
3.4.4	<i>O Laboratório Aberto e a SEI</i>	<i>51</i>
3.4.5	<i>A demonstração investigativa e a SEI.....</i>	<i>53</i>
CAPÍTULO 4	METODOLOGIA DE PESQUISA.....	56

4.1	Sequência de ensino investigativo para a construção de conceitos de cinemática no ensino fundamental.....	56
4.1.1	<i>Avaliação diagnóstica.</i>	58
4.1.2	<i>Divisão da turma em pequenos grupos.</i>	58
4.1.3	<i>Primeira atividade: A corrida maluca.</i>	59
4.1.3.1	<i>A velocidade média com o Google Maps.</i>	60
4.1.4	<i>Segunda atividade: Gotas na estrada.</i>	60
4.1.5	<i>Terceira atividade: O estranho rapto do poodle.</i>	61
4.1.6	<i>Discussão em grupo.</i>	63
4.1.7	<i>Formalização dos conceitos.</i>	63
CAPÍTULO 5 AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA E RESULTADOS		64
5.1	Avaliação diagnóstica.....	64
5.2	Análise da SEI	67
5.2.1	<i>Análise da primeira atividade segundo a estrutura argumentativa de Toulmin.</i> ..	68
5.2.2	<i>Análise da primeira atividade segundo os indicadores de alfabetização científica</i> <i>73</i>	
5.2.3	<i>Cálculo de velocidade com auxílio do Google Maps e análise da aprendizagem dos conceitos referentes à primeira atividade.</i>	75
5.2.4	<i>Análise da segunda da atividade investigativa através de um relato de experiência.</i>	76
5.2.5	<i>Análise da terceira atividade através de um relato de experiência</i>	78
CONSIDERAÇÕES FINAIS		79
REFERÊNCIAS.....		81
APÊNDICE A - MATERIAL UTILIZADO PARA AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA.		85
.....		85
APÊNDICE B - TRANSCRIÇÃO DO DIÁLOGO DA PRIMEIRA ATIVIDADE.....		87
APÊNDICE C - FOTOS DAS APLICAÇÕES DA SEI.		90
APÊNDICE D - PRODUTO EDUCACIONAL.		93

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO

1.1 Um breve memorial e motivação do trabalho

Toda educação deve levar à libertação aquele que se educa. Caso contrário, o sujeito educado, já atrofiado pelos vários condicionantes históricos e circunstanciais, ficará petrificado no seu ato de manifestar-se, coibindo assim sua existência (ALMEIDA, 1980, p.45)

O texto acima nos faz refletir sobre o processo de ensino-aprendizagem na educação básica brasileira, que ainda está vinculado a um sistema educacional baseado em uma pedagogia tradicional¹, extremamente conteudista. Não precisamos buscar muito para encontrarmos a cena de uma sala de aula onde o professor de ciências, com um livro nas mãos, expõe o conteúdo no quadro, geralmente com um esquema. Enquanto isso, os alunos apresentam-se passivamente enfileirados em cadeiras, para que não haja conversa, e copiam o conteúdo, entediados. Como atividade de aprendizagem, o professor em geral passa uma lista de exercícios no quadro, resolvendo um deles como exemplo a ser repetido pelos alunos, em um processo desmotivante, cansativo e mecânico.

Como professor de Física já por algum tempo, em vários momentos tive que responder perguntas do tipo: *Para que estudar física? Por que aprender física quando posso aprender coisas mais interessantes? Em que isso vai contribuir para a minha vida?* Como que mecanicamente, nesses momentos sempre respondi o que provavelmente ouvi de algum professor no passado: para que possamos perceber um mundo maior, para entendermos como a natureza funciona, para resolvermos problemas do dia-a-dia, para realização pessoal etc. No entanto, em minha mente havia a mesma dúvida do educando! Eu não conseguia perceber como um sistema extremamente conteudista, que não estimula o senso crítico, a discussão, a capacidade de resolver problemas reais, sem experimentação, poderia de alguma forma contribuir para a vida do educando.

¹ Segundo Saviani (2008) nesta teoria pedagógica, a escola se organiza como uma agência centrada no professor, o qual transmite, segundo uma gradação lógica, o acervo cultural aos alunos. A estes cabe assimilar os conhecimentos que lhes são transmitidos.

Um pouco antes de me formar na universidade, quando fiz estágio obrigatório em um colégio público, um aluno fez a seguinte observação: *Professor eu gosto muito de física! É igual à matemática, não é?* Nesse período, o professor da turma estava trabalhando cinemática, e suas aulas se limitavam a resolver exercícios de substituição de valores em funções de movimento, com o mínimo de conceitos, sem nenhuma experimentação ou utilidade prática. Como aquilo poderia ser interessante para o educando?

Além disso, o estudante da escola de hoje tem um perfil muito diferente daquele de décadas atrás. Com a popularização das mídias sociais em computadores, as informações tornaram-se extremamente acessíveis ao educando. Essa realidade muito se difere, por exemplo, daquela de quando cursei o ensino fundamental. Lembro-me das diversas vezes em que precisei ir ao Centro Educacional Tancredo Neves (CENTUR-PA), a maior biblioteca pública do estado do Pará, para fazer pesquisa e tirar cópias de livros. Naquela época, o conhecimento estava muito centralizado na figura do professor, realidade essa que não existe mais.

O professor do novo milênio passou a desempenhar outros papéis no processo de ensino-aprendizagem, ligados diretamente à capacidade de ensinar os educandos a analisar de forma crítica a gama de informações a qual eles estão inseridos. Essa mudança de paradigma vai ao encontro das respostas aos questionamentos levantados anteriormente. Carvalho et al. (2014), sobre o ensino de ciências, pontua que “a construção do conhecimento científico pelos alunos requer a participação dos estudantes na reconstrução dos conhecimentos que habitualmente se transmitem já elaborados”.

Essa mudança de paradigma soma-se aos enormes desafios que o Brasil enfrenta na área educacional. Segundo dados da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) no Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) realizado em 2015, nas áreas de ciências, matemática e leitura, o desempenho dos alunos brasileiros está abaixo da média dos alunos de países da OCDE (OCDE, 2016). Em Ciências, por exemplo, os alunos brasileiros obtiveram 401 pontos, quando a média geral dos países é de 493. Ainda de acordo com os dados obtidos, o Brasil ocupou a 63ª posição em Ciências na classificação geral mundial dentre os setenta países avaliados, um resultado abaixo de quase todos os países da América Latina (OCDE, 2016).

De acordo com as diretrizes do programa:

O PISA não apenas estabelece o que os alunos podem reproduzir de conhecimento, mas também examina quão bem eles podem extrapolar o que têm apreendido e aplicar o conhecimento em situações não familiares, ambos no contexto escolar ou

não. Essa perspectiva reflete o fato de economias modernas valorizarem indivíduos não pelo que sabem, mas pelo que podem fazer com o que sabem (OCDE, 2016).

Em contraste ao cenário educacional brasileiro, destacamos Cingapura como primeira colocada em 2015, e uma das três primeiras nas últimas três aplicações do PISA.

Segundo dados da *BBC News-Brasil* (2016), esta ilha-estado do Sudeste asiático é apontada como o país com melhor educação do mundo, e isto, dentre outros fatores, deve-se ao modelo educacional diferenciado do país.

Brandew Jeffreys, editora de Educação da BBC, convidada a acompanhar algumas escolas do país, observou que, diferente das escolas brasileiras, em Cingapura as aulas são bastante práticas e estimulantes, onde por exemplo, adolescentes são encorajados a fazerem protótipos de produtos que vão desde um sistema para regar jardins a um teclado eletrônico; ou estimulados a resolverem problemas matemáticos com entusiasmo e a apresentarem seus próprios resultados de formas variadas, além de usarem habilidades científicas e matemáticas para resolverem problemas reais de mundo. Em uma determinada escola foi encontrada uma sala preparada como “laboratório de inventores”, onde ferramentas simples com diversos materiais são disponíveis para que os alunos usem seu tempo livre para a criação de coisas que possam ser levadas para casa (BBC News, 2016).

É no cenário da educação brasileira, precária, onde conceitos são transmitidos já elaborados em uma escola que ao invés de estimular a criatividade “engessa seus educandos”, e dentro de um cenário mundial, motivado por países como Cingapura, que este trabalho traz o estímulo necessário para uma proposta de ensino de cinemática diferenciada, por meio de uma abordagem investigativa.

1.2 Objetivo

Com base no exposto acima, o objetivo deste trabalho é trazer, através de uma sequência de ensino investigativo (SEI), uma abordagem diferenciada para o ensino e aprendizagem dos conceitos cinemáticos de rapidez, velocidade escalar média, velocidade instantânea, e aceleração escalar média, além de trabalhar a argumentação em sala de aula, o senso crítico do educando, sua capacidade de resolver problemas em grupo, respeitando opiniões diversas, e inserir elementos básicos de um método científico, contribuindo assim para a construção de uma educação científica no estudante.

Mais especificamente, o trabalho tem os seguintes objetivos específicos:

- I. Elaborar sequências de ensino investigativo para serem aplicadas no ensino fundamental maior, explorando os conceitos de rapidez, velocidade média e instantânea e aceleração média.
- II. Aplicar as sequências e coletar dados para análise, por meio de gravações em áudio e material produzido pelos estudantes.
- III. Analisar qualitativamente o material coletado, usando os indicadores de alfabetização científica de Sasseron e Carvalho e a estrutura argumentativa de Toulmin, além do relato de experiência do professor.
- IV. Produzir um texto de apoio ao professor, contendo uma breve fundamentação teórica sobre a abordagem utilizado, bem como a sequência didática produzida e aplicada.

1.3 Estrutura da dissertação

A dissertação está organizada em quatro capítulos, sendo que **o segundo capítulo** traz uma revisão de literatura sobre o ensino investigativo de física no ensino fundamental, **o terceiro capítulo** traz o referencial teórico e a abordagem de ensino, onde a principal referência é Anna Maria Pessoa de Carvalho.

O quarto capítulo descreve a metodologia de pesquisa do trabalho, onde foi realizada uma avaliação diagnóstica utilizando uma história em quadrinhos intitulada “A grande corrida”, mais uma sequência de ensino investigativos (SEI) contendo uma atividade complementar para casa utilizando o aplicativo para celular *Google Maps*. Esta SEI foi dividida em três momentos, o primeiro intitulado “A corrida maluca”, teve o objetivo de construir conceitos de rapidez e velocidade. Logo após, foi sugerido para turma uma atividade para casa com a utilização do *Google Maps*, objetivando construir os conceitos de velocidade instantânea e velocidade escalar média. A segunda parte desta SEI, intitulada “Gotas na estrada”, busca construir o conceito de aceleração, ao analisar padrões de rastros de gotas de dois carrinhos em uma mesa, um com velocidade constante e a outro com velocidade variável. A terceira, intitulada “O estranho rapto do *poodle*”, é uma aplicação da segunda dos conhecimentos adquiridos anteriormente, onde os educandos precisam desvendar a cena de um crime, utilizando os conceitos adquiridos com a SEI anterior. Ao final da aplicação das

três atividades, foi realizada uma discussão entre os alunos e o professor em um grande semicírculo, e por último foi feita a sistematização dos conceitos trabalhados.

O quinto capítulo trabalha a avaliação dos resultados, por meio de análise de áudios retirados da aplicação em escolas de Belém do Pará, com espaço amostral de cinco turmas do ensino fundamental: dois oitavos anos de uma rede privada de ensino, um sétimo ano da rede pública e duas turmas de sexto ano, uma da rede privada e outra da rede pública. Como critério e base avaliativa, foram utilizadas como auxílio transcrições de áudios e material produzido pelos estudantes, e analisados os indicadores de alfabetização científica de Sasseron e Carvalho e a estrutura argumentativa de Toulmin, além do relato de experiência do professor.

A dissertação encerra com as **Considerações Finais**.

CAPÍTULO 2

UMA REVISÃO DE LITERATURA SOBRE O USO DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NO ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO FUNDAMENTAL

Com o objetivo de fazer um breve histórico de como se encontram as pesquisas sobre o uso de atividades investigativas nas escolas do Brasil, em especial quando se discute física do ensino fundamental, foi realizada uma revisão de artigos em periódicos nacionais, classificados como A-B no Qualis 2016-2017 da Capes na área de Ensino e nas dissertações do Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF) nos últimos cinco anos (de 2013 a 2017).

Para a análise quantitativa, em um primeiro momento foi realizada uma pesquisa mais geral, com os descritores: ensino investigativo e ciências naturais (química, física e biologia). Com essas especificações, foram localizadas trinta e oito publicações, e para melhor análise, as mesmas foram organizadas segundo as fontes de publicações, o nível de ensino e a disciplina abordada no trabalho (química, física ou biologia).

Ainda de forma quantitativa, em um segundo momento, com o objetivo de entender a relevância dessa dissertação - *A aprendizagem de conceitos básicos de cinemática no ensino fundamental maior: um relato de experiência com o uso de atividades investigativas* - entre os trinta e oito artigos foi feita uma filtragem mais específica com as seguintes características: ensino investigativo, nível de ensino (ensino fundamental) e ensino de ciências (física). Com os três critérios citados, das trinta e oito publicações, foram encontradas apenas sete, que para melhor análise foram organizadas segundo os critérios: fontes de publicação, regiões onde foram publicados, temas, metodologias utilizadas e anos das publicações.

Para uma análise qualitativa desta revisão, foram selecionados três artigos que entendemos serem representativos do cenário encontrado no levantamento bibliográfico. O primeiro, abordando a existência do ar, o segundo abordando a forma da Terra a partir de sombras, e o terceiro referindo-se às radiações encontradas no dia-a-dia.

Nas próximas seções detalharemos quantitativa e qualitativamente a pesquisa bibliográfica feita.

2.1 Primeiro momento da análise quantitativa

Como primeira análise, a Tabela 2.1 abaixo apresenta a distribuição de trabalhos com abordagem investigativa por revista e no mestrado profissional, onde podemos notar que as duas fontes que mais publicaram nos últimos cinco anos em abordagens investigativas foram a revista *Experiências em Ensino de Ciências*, com 42,1% dos artigos encontrados e em seguida o MNPEF, com 31,6% das publicações, totalizando juntas 73,7% das publicações encontradas.

Tabela 2. 1 – Distribuição de trabalhos com abordagem em ensino investigativo por fontes de publicação.

Fonte	Nº Absoluto	%
Revista Brasileira de Ensino de Física	1	2,6
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	2	5,3
Investigação em Ensino de Ciências	3	7,9
Caderno Brasileiro de Ensino de Física	4	10,5
Experiências em Ensino de Ciências	16	42,1
MNPEF	12	31,6
Total	38	100,0

Fonte: Autor, 2018.

Para a análise da quantidade de artigos por nível de ensino, das trinta e oito publicações sobre o uso de abordagens investigativas no ensino, apenas uma não foi considerada, por tratar-se de uma revisão bibliográfica. Na Tabela 2.2 podemos perceber que a maior quantidade de publicações se encontra na educação básica, com 97,2% do total, e ainda na educação básica a soma maioria é voltadas para o ensino médio, sendo uma menor quantidade no fundamental maior.

Tabela 2. 2 – Quantitativo de trabalhos por nível de ensino.

Níveis de ensino	Nº absoluto	%
Ensino superior	1	2,7
Ensino médio	22	59,4
Ensino fundamental maior	5	13,5
Ensino fundamental menor	9	24,3
Total	37	100,0

Fonte: Autor, 2018.

A Tabela 2.3 traz uma análise quantitativa por disciplina das publicações em revistas. Não foram incluídas as dissertações do MNPEF, devido ao fato da revisão não abranger todos os mestrados profissionais, somente o de física. Nesta tabela, percebe-se que exatamente cinquenta por cento (50%) das publicações encontram-se no ensino de Física.

Tabela 2.3 – Quantitativo de trabalhos por disciplinas

Disciplina	Nº absoluto	%
Física	13	50,0
Química	6	23,1
Biologia	7	26,9
Total	26	100,0

Fonte: Autor, 2018.

2.2 Segundo momento da análise quantitativa.

Nessa fase, com os trinta e oito artigos inicialmente encontrados que de alguma forma abordavam ensino investigativo, aplicaram-se novos descritores: ciências da natureza: Física, nível de ensino: ensino fundamental. A Tabela 2.4 apresenta um quantitativo do resultado, tendo sido encontrados sete trabalhos, tendo a revista *Experiências em Ensino de Ciências*, o maior número de publicações, 71,4% do total. Além disso, percebe-se que os assuntos de Física voltados para o ensino fundamental, nesta abordagem, ainda são pouco explorados nessas fontes.

A Tabela 2.5 apresenta a distribuição desses trabalhos por região, cabendo ressaltar o fato de que não foram encontradas publicações nas regiões Norte e Nordeste do país, a grande maioria dos trabalhos estando concentrada nas regiões Sudeste e Sul (83,6 % do total), apontando a relevância da proposta desse trabalho.

Tabela 2.4 – Distribuição de trabalhos, de Física com abordagem em ensino investigativo no ensino fundamental, por fontes de publicação.

Fonte	Nº Absoluto	%
Experiências em Ensino de Ciências	5	71,4
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	1	14,3

MNPEF	1	14,3
Total	7	100,0

Fonte: Autor, 2018.

Tabela 2.5 – Distribuição de trabalhos de Física com abordagem em ensino investigativo no ensino fundamental, por região.

Região	Nº Absoluto	%
Sul	3	42,8
Sudeste	3	42,8
Norte	0	0,0
Nordeste	0	0,0
Centro Oeste	1	14,2
Total	7	100,0

Fonte: Autor, 2018.

Na Tabela 2.6 são apresentados os temas considerados nos trabalhos, onde se pode constatar que não foram encontrados trabalhos relacionados à cinemática, assunto abordado nesta dissertação.

Tabela 2.6 – Distribuição de trabalhos, de física com abordagem em ensino investigativo no ensino fundamental, por temas.

Conteúdo	Nº Absoluto	%
Existência do Ar	1	
Formato da Terra a partir do estudo da sombra	1	
Sensação Térmica	1	
Densidade e de tensão superficial dos líquidos	1	
Densidade e condição de equilíbrio	1	
Ondas eletromagnéticas	1	
Fenômenos físicos luz e sombra	1	
Total	7	100,0

Fonte: Autor, 2018.

A Tabela 2.7 aborda as atividades utilizadas na proposta didática, mostrando um maior número de publicações voltadas para aplicações de atividades experimentais ilustrativas.

Tabela 2.7 – Distribuição de trabalhos, de física com abordagem em ensino investigativo no ensino fundamental, por metodologia.

Metodologia	Nº Absoluto	%
História Problematizadora (HP).	1	
Situação Problema/atividade de problematização	2	
Aplicações de atividades experimentais ilustrativas/investigativa	3	
Sequência didática experimental	1	
Total	7	100,0

Fonte: Autor, 2018.

Finalmente, na Tabela 2.8 podemos perceber que a média de publicação nos últimos cinco anos é de aproximadamente 1,4 publicações por ano.

Tabela 2.8 – Distribuição de trabalhos, de física com abordagem em ensino investigativo no ensino fundamental, por ano.

Ano	Nº Absoluto	%
2013	2	28,5
2014	0	0
2015	1	14,3
2016	2	28,5
2017	2	28,5
Total	7	100,0

Fonte: Autor, 2018.

Um ponto importante a ressaltar nesta revisão é que não foi encontrada nenhuma publicação de cinemática no ensino fundamental, ou qualquer publicação nas regiões Norte ou Nordeste, referente ao método investigativo em aulas de Física voltadas para o ensino fundamental. Este é um fato relevante, pois entendemos que a cinemática, tema trabalhado nessa dissertação, é de fundamental importância para o ensino de Física e, de forma mais global, para a vida diária do educando. Não como em geral é aplicada nas escolas, na maior parte das vezes como um exemplo de aplicação de função do 1º e 2º grau, mas de uma forma que faça o educando entender o significado, de forma prática, experimental, dos seus principais conceitos.

Vale ressaltar a importância de incentivarmos a pesquisa e o uso de novas abordagens de ensino nestas regiões, que em geral possuem índices educacionais abaixo da média nacional, e especificidades culturais diferentes das demais regiões do país, uma vez que

trabalhos com a mesma abordagem podem trazer resultados distintos, singularizados por diferentes experiências vividas pelos alunos, inclusive a cultural.

2.3 Uma breve análise qualitativa das publicações em ensino investigativo em Física no ensino fundamental

O primeiro artigo analisado, *”Investigação sobre atividades experimentais de conhecimento físico nas séries iniciais”*, de **Silva e Sera (2013)** busca investigar conhecimentos e contribuições dos alunos nas atividades experimentais e a influência destas na motivação para a aprendizagem. Para isso, foi realizada uma série de experimentos com situações problemas, durante três dias, com o objetivo de discutir com os alunos a existência do ar. Ao final de cada experimento, foi feita uma discussão em grupo. Para análise dos resultados, foi utilizada a linguagem verbal (através de gravações), a linguagem escrita e os desenhos. Os autores pontuam aspectos positivos e negativos da atividade e por fim concluem como uma atividade que “pode mostrar a inquestionável importância da realização de atividades práticas ou experimentais na formação dos estudantes, na construção e reconstrução do conhecimento e também pode servir como fator motivacional para a aprendizagem”. Pontuam também a importância do professor como orientador na construção do conhecimento e ressaltam que alguns alunos já possuíam conhecimento prévio sobre a existência do ar.

O segundo artigo analisado, *“Concepções de Terra de estudantes do ensino fundamental: o que revela uma atividade de ensino envolvendo sombras”* (GOMIDE e LONGHINI, 2013), busca investigar as concepções reveladas por alunos do sexto ano do ensino fundamental a respeito de como os educandos nesta etapa entendem o formato da Terra a partir do estudo da sombra. A atividade foi realizada em um único dia durante três aulas de cinquenta minutos, divididas em três momentos: situação problema, manipulação dos materiais e por o último a discussão em grupo.

Segundo o autor, os educandos revelaram conhecimentos prévios fortemente relacionados às concepções de que a Terra é plana e imóvel, ocupando uma posição em torno da qual o Sol gira. Contudo, também segundo o autor, trabalhar a forma da Terra a partir das sombras, conforme proposto, ainda que se mostre como uma possibilidade, revelou ser um caminho complexo. O autor sugere adaptações em seu trabalho para aplicações futuras.

A terceira publicação analisada é uma dissertação de mestrado do MNPEF: **Ensino de ondas eletromagnéticas no nono ano do ensino fundamental por meio de uma situação problema** (VIEIRA, 2016), que apresenta o relato do desenvolvimento e da aplicação de uma sequência didática para o ensino de ondas eletromagnéticas no nono ano do Ensino Fundamental, a partir de uma situação-problema que questiona os riscos de se viver em um mundo imerso em ondas eletromagnéticas.

O autor menciona que além da aprendizagem sobre ondas eletromagnéticas, os educandos tiveram oportunidade de desenvolver um trabalho em equipe, criaram a habilidade de reconhecer fontes de informação relevantes, adquiriram a capacidade de mobilizar recursos e pessoas, de ouvir e dar opiniões. Além disso, a sequência didática permitiu aos alunos tratar o conhecimento científico de forma multidisciplinar e contextualizada.

No entanto, para avaliação dos resultados, o autor utiliza apenas uma pesquisa de opinião sobre o tema radiação, com o objetivo de analisar o posicionamento dos alunos em torno de temas controversos envolvendo radiação.

De uma forma geral, as duas primeiras publicações analisaram seus resultados explorando mais de uma forma de linguagem utilizada pelos educandos, e ambos identificaram conhecimentos prévios dos alunos como um fator importante para a construção do conhecimento. O segundo artigo em particular, o que aborda sombras, apesar de ter se revelado como uma abordagem complexa para trabalhar a forma da Terra com educandos, mostra-se interessante pela análise de seus resultados, possibilitando possíveis adaptações para aplicações futuras. Já o terceiro trabalho não faz uma análise aprofundada de seus resultados, contudo apresenta relatos de experiências valiosos.

Em resumo, os três trabalhos analisados apresentaram características investigativas, estimulando o senso crítico, a autonomia do educando, a capacidade de trabalhar em grupo, o respeito mútuo, entre outros, trazendo para o educando uma aprendizagem extremamente rica, que vai muito além de aprender conceitos físicos, possibilitando o desenvolvimento de novas competências.

CAPÍTULO 3 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta, de forma sucinta, a influência de Piaget e Vygotsky na educação. Pensando em uma educação construtivista, aponta a alfabetização científica e a argumentação como alguns dos principais objetivos do ensino de ciências a ser construído desde os anos iniciais, mostrando segundo Piaget, as fases do desenvolvimento cognitivo da criança bem como o ano escolar em que as fases estão inseridas, para uma melhor elaboração de um plano de aula.

Ainda pensando em uma educação construtivista, discute a importância de uma aprendizagem através de situações-problema, a influência do erro na construção do conhecimento e a postura do educador, analisando como dar liberdade de aprendizagem ao educando sem que haja aprendizagem de conceitos incorretos.

Como o objetivo de entender se os educandos estão desenvolvendo a argumentação em sala de aula, bem como se estão sendo inseridos em uma educação científica, o capítulo aborda de forma breve, os indicadores de alfabetização científica de Sasseron e Carvalho, e a estrutura argumentativa de Toulmin.

Por fim, descreve o que seria um ensino investigativo, apresentando o que Carvalho chama de Sequências de Ensino Investigativo (SEIs), descrevendo dois tipos de atividade, o laboratório aberto, e a demonstração investigativa, classificada em quatro níveis de investigação segundo o grau de liberdade do educando.

3.1 Um Novo Olhar Sobre o Ensino de Ciências

[...] eu não conseguia ver como eles aprenderiam qualquer coisa daquilo. Ele estava falando sobre momentos de inércia, mas não se discutia quão difícil é empurrar uma porta para abrir quando se coloca muito peso do lado de fora, em comparação quando você coloca perto da dobradiça – nada!

[...] uma vez eu estava falando sobre luz polarizada e dei a eles alguns filmes polaroide.

[...], mas, então, perguntei como se poderia dizer a direção absoluta da polarização a partir de um único polaroide!

Eles não faziam a menor ideia...

Então eu disse: “Vocês já ouviram falar do Ângulo de Brewster?”

– Sim, senhor! O Ângulo de Brewster é[...]

Depois de muita investigação, finalmente descobri que os estudantes tinham decorado tudo, mas não sabiam o que queria dizer. Quando eles ouviram “luz que é

refletida de um meio com um índice”, eles não sabiam que isso significava um material como a água. Eles não sabiam que a “direção da luz” é a direção na qual você vê alguma coisa quando está olhando, e assim por diante. Tudo estava totalmente decorado, mas nada havia sido traduzido em palavras que fizessem sentido. Assim, se eu perguntasse: “O que é o Ângulo de Brewster? ”, eu estava entrando no computador com a senha correta. Mas se eu digo: “Observe a água, nada acontece – eles não têm nada sob o comando “Observe a água”. (FEYNMAN, 2000, p. 206)

O texto acima, retirado do livro "Deve ser brincadeira, Senhor Feynman!", relata a experiência de Feynman quando esteve no Brasil, e critica o ensino de ciências como na maioria das vezes é visto nas escolas do país, de forma decorativa, não experimental, sem relação com algo prático que faça sentido para o aluno. Os alunos entrevistados por Feynman, apesar de serem da área de ciências, não sabiam relacionar os conceitos de ótica com a luz refletida em um lago, ou seja, com sua noção de mundo, seus conhecimentos prévios.

Apesar da situação relatada ter acontecido há décadas, ainda hoje a realidade é que a maioria de nossos alunos não foi acostumada a uma cultura científica, com aulas práticas e experimentais. Mesmo que ciências sejam vistas no Brasil desde o ensino fundamental, observa-se que os alunos possuem dificuldades para criar uma relação de sentido entre o conhecimento científico estudado em seus livros e seus conhecimentos prévios. Logo, o que Feynman verificou, segundo Ausubel (1982), foi uma aprendizagem mecânica, decorada, não significativa.

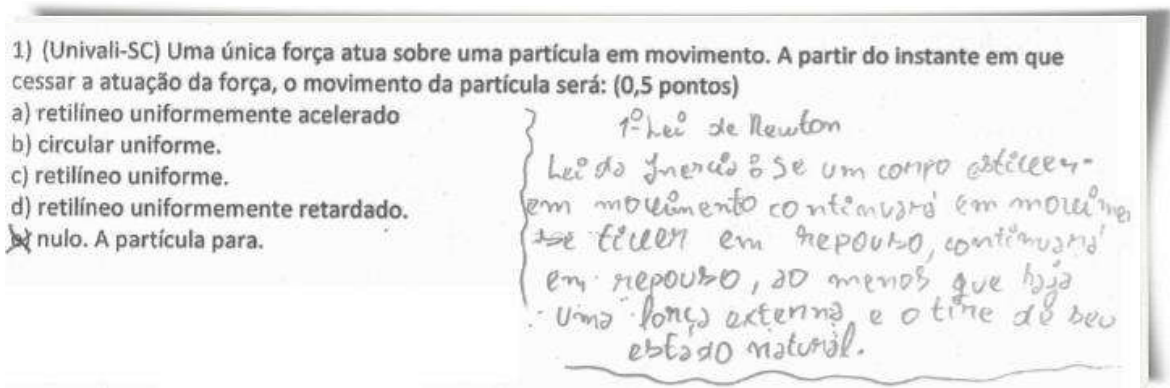
Por muito tempo no mundo em geral e no Brasil, em particular, cultivamos uma educação bancária (FREIRE, 2005), onde o aluno era considerado como uma tábula rasa e a responsabilidade era do professor de passar o conhecimento e interpretá-lo. Um ensino basicamente expositivo em que o professor mostrava a linha de raciocínio e o aluno só precisava acompanhar e decorá-la, não participando da construção do conhecimento. No ensino de ciências, por exemplo, os experimentos, quando raramente trabalhados, não ofereciam relação direta com o cotidiano do aluno, além de serem fechados, sem estímulo à criatividade ou ao senso crítico - completas “receitas de bolo”, onde o aluno deveria seguir uma série de passos pré-estabelecidos até chegar a um resultado - e quando por algum motivo não se chegava no resultado desejado pelo professor, era dado simplesmente como erro e precisava ser refeito.

No entanto, nas últimas décadas, o ensino em diversos países foi sofrendo algumas modificações, influenciadas dentre tantos, pela teoria da Epistemologia Genética de Piaget (PIAGET, 1973) e o sócio-interacionismo de Vygotsky (LEFRANÇOIS, 2008). Agora se reconhece que o aluno tem seus conhecimentos prévios, construtos, concepções espontâneas

etc. São várias as formas de dizer que ao longo dos anos a criança cria sua própria forma de interpretar o mundo, não de forma científica, porém, racional. A Figura 3.1 demonstra o esforço de uma criança cursando o oitavo ano de uma escola com uma pedagogia tradicional, para resolver uma questão objetiva.

Percebe-se que o aluno descreve ao lado da questão toda a primeira lei de Newton com perfeição, demonstrando até então, que aprendeu a lei. Porém, ao buscar a resposta correta, ele se contradiz e marca o que seu senso comum tem como verdadeiro, mostrando que embora tenha visto a primeira lei de Newton, continua achando que quando paramos de aplicar uma força, o objeto obrigatoriamente para (visão aristotélica de movimento). É compreensível esse comportamento, uma vez que a comunidade científica demorou milênios para quebrar essa visão de movimento, que é facilmente explicável em situações do cotidiano.

Figura 3.1 – Questão de Física retirada de uma prova do 8º ano do ensino fundamental de uma rede particular de ensino da cidade de Belém.



Fonte: Autor, arquivo pessoal, 2018

Devemos entender que para ensinar, precisamos construir conceitos a partir do que a educando já sabe, e muitas vezes precisamos desconstruir concepções espontâneas, para só então criar novos conceitos, evitando assim, por exemplo, que ela mantenha suas concepções aristotélicas de movimento (CARVALHO et al., 2014).

As pesquisas de Piaget, realizadas através de entrevistas com crianças, buscam nos mostrar como o conhecimento, principalmente o científico, é formado pela humanidade, nos trazendo os conceitos de equilíbrio, desequilíbrio e reequilíbrio.

Em particular, sobre o processo de reequilíbrio, Piaget nos mostra a importância de o professor planejar sua aula iniciada com um experimento, um jogo, um texto, ou qualquer outro material manipulativo, para que através de uma série de pequenas questões, o professor

leve o aluno a tomar consciência de como o problema foi resolvido, e porque funcionou, ou seja, a partir de suas próprias ações, trazendo assim a passagem da ação manipulativa para ação intelectual (CARVALHO et al., 2014).

Uma contribuição para um novo cenário educativo é a posição de Piaget sobre a importância de um problema para a construção do conhecimento, e a importância do erro na tentativa de resolução desse problema, uma vez que um erro traz um novo problema para se pensar: "porque não deu certo?", "Como consertar?". É necessário fazer com que o estudante não tenha medo de errar, fazendo-o entender que por muitas vezes a ciência foi construída a partir de erros, e dar segurança para que ele possa arriscar, ter liberdade para imaginar.

Segundo Carvalho et al. (2014), propor um problema para que os alunos possam resolvê-lo, onde o professor torna-se um orientador, ao invés de simplesmente expor o conteúdo, é um divisor de águas entre uma pedagogia tradicional, bancária, e um ensino em que são potencializadas condições para que o aluno possa raciocinar e construir seu próprio conhecimento.

Vygotsky, por outro lado, busca nos ajudar fundamentalmente a entender como a aprendizagem acontece através da relação social, e, portanto, nos ajuda a entender o ambiente escolar, uma vez que lidamos com turmas de grande número de alunos, com idades, histórias, culturas e experiências diferentes. Em sua teoria, Vygotsky fundamenta a aprendizagem através das trocas entre parceiros por meio das interações e mediações (LEFRANÇOIS, 2008).

3.2 Alfabetização científica desde de os anos iniciais.

No contexto do ensino de Ciências alfabetização científica, letramento científico, enculturação científica são alguns dos termos utilizados para expressar o que hoje a grande maioria dos pesquisadores da área entende como sendo um dos principais objetivos do ensino de Ciências, a construção de benefícios práticos para a pessoa, sociedade e o meio ambiente. (SASSERON e CARVALHO, 2011).

Segundo Sasseron (2013), a alfabetização científica pode ser iniciada na escola, e é um dos parâmetros para o ensino de ciências, oferecendo condições para que o educando possa tomar decisões conscientes relacionadas a conhecimento científicos em sua vida e na

sociedade, e através da investigação, a partir de uma análise crítica de uma situação ou problema, modificar o seu meio.

Embora haja diversas definições para o que se entende por alfabetização científica, pode-se identificar pontos em comum, padrões que ao longo dos anos mantiveram-se como requisito para indicar quando um cidadão é alfabetizado cientificamente. Sasseron e Carvalho (2008) classificam esses padrões em três eixos estruturantes, com o objetivo de contribuir para a alfabetização científica na sala de aula.

O primeiro eixo estruturante refere-se à compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais que possam ser aplicados no dia a dia, como por exemplo, entender a economia de um refrigerador ou de uma lâmpada ao compreender o conceito de potência, ou poder calcular o tempo aproximado de uma viagem quando entendido o conceito de velocidade média e conhecida a distância percorrida.

Segundo Sasseron (2008), a importância desse primeiro eixo se dá por uma exigência da sociedade de compreensão de conceitos científicos essenciais que se fazem necessários para o entendimento de até mesmo pequenas situações no dia a dia.

O segundo eixo preocupa-se com a compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática. Deve-se discutir na sala de aula quais as implicações da clonagem humana ou projeto genoma por exemplo, ou mesmo como pesquisas em física nuclear podem influenciar no desenvolvimento de um País. Será que a mesma tecnologia responsável por suprir a necessidade energética de um estado não pode ser usada para fins bélicos? Quais leis ou tratados estão em torno desta questão?

O terceiro eixo compreende o entendimento das relações existentes entre ciências, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Como a ciência pode ser usada para gerar sustentabilidade? Por exemplo, a criação de tecnologia para produção de materiais biodegradáveis. Como a ciência e a criação de novas tecnologias podem influenciar no desenvolvimento, hábitos e costumes de uma sociedade. Hoje fala-se em NOMOPHOBIA que é a ansiedade que surge por não ter acesso a dispositivos móvel.

Há décadas, para se comunicar com alguém em outra cidade levava-se meses através de uma carta, hoje em questões de segundos podemos nos comunicar com pessoas do outro lado do mundo por meio da tecnologia da internet. Será que por trás de toda essa tecnologia que revolucionou o mundo não existe ciência?

Esses eixos referem-se ao resultado final de um processo de educação formal no contexto da educação científica, esperado ao fim de toda educação básica.

Mas afinal, qual é a idade ideal para que um educando possa começar a aprender ciências? Será que a educação científica pode fazer parte do currículo escolar desde anos iniciais?

Retirado do projeto desenvolvido na Universidade de São Paulo (USP) através do Laboratório de Pesquisa em Ensino de Física (LaPEF), coordenado pela Profa. Dra. Anna Maria Pessoa de Carvalho. (1990 - 2000) o trecho abaixo descreve parte de uma discussão em grupo entre professora e alunos do primeiro ciclo do ensino fundamental, terceiro ano, na tentativa de resolver um problema físico da variação do alcance de um jato em função da altura de uma coluna de água.

A1: a gente tentou colocar as mãos assim [uma em cima da outra formando um tubo], só que não deu. Ai o A12, ele teve a ideia de levantar o tubo. Aí a gente levantou o tubo e chegou lá

A3: é que tinha haver com o nível de água do tubo maior... (Carvalho 20..., pag. 33)

A6: é *por causa que* (...) se a gente tapar a ponta do tubo a água não vai sair por que não entra ar lá dentro para ela poder sair. Então, se a gente deixar (...) assim aberto, o ar, ele entre e se mistura com a água para ela poder sair do tubo.

A2: o ar, ele se mistura com água e da mais pressão para água sair, porque se tampasse não ia entrar e não ia sair a água, por causa que ela ia estar sem pressão. (CARVALHO 2014, p. 35)

Embora confuso, o discurso retrata a capacidade de crianças argumentarem, identificarem variáveis como a pressão, altura e a influência do ar, fazendo relações entre elas, e a partir disso, tentar solucionar o problema, como descrito pelo educando A1 através da interação com seu grupo. Em suma, podemos observar nesse diálogo, que mesmo em uma turma de estudantes do primeiro ciclo do ensino fundamental, a escola pode explorar características valiosas para uma futura educação científica. Contudo, nessa idade a estrutura cognitiva do educando ainda está em grande formação. Nesse sentido surge a necessidade de entender como ele pensa, como o seu conhecimento se constrói ao longo do tempo, para que ao ensinar ciências, sejam propostos problemas que respeitem suas limitações.

Carvalho em seu artigo “Ciências no ensino fundamental”, afirma que “o ensino de ciências, nessa primeira etapa do ensino fundamental, tem a obrigação de dar o primeiro passo com os alunos na caminhada que os levará dos conceitos espontâneos aos conceitos científicos”. (CARVALHO, 1997, p. 153).

Nesse sentido, Piaget contribui para o entendimento do desenvolvimento cognitivo de uma criança, e o classifica em quatro estágios, cada um deles caracterizado pelo desenvolvimento de novas habilidades, por um nível maior de adaptação. No entanto, é fundamental para um educador orientador perceber que em todas as fases, a construção do

conhecimento ocorre através de atividades. A criança interage com o meio brincando, experimentando, e a partir de então cria significados na tentativa de explicar o mundo a sua volta. (CARVALHO,1997). Carvalho (1998, p. 14) cita Piaget e Garcia afirmando que “ a criança constrói de maneira espontânea conceitos sobre o mundo que a cerca e que esses conceitos, em muitos casos, chegam naturalmente a um estágio pré-científico, e com uma certa coerência interna”.

Respeitando tais características comuns entre as fases, Piaget descreve como primeiro estágio de uma criança, o sensório-motor, fase que antecede a linguagem, começando no nascimento e indo até aproximadamente os dois anos de idade, e é marcada pelo início da educação infantil. Nesta fase, a criança não tem representação interna, portanto só existe aquilo que pode ser tocado, quando os objetos não são sentidos eles deixam de existir. (PIAGET, 2012). No entanto desde a maternidade os bebês são verdadeiras máquinas de aprender, como esponjas que absorvem tudo com o que interagem. Através das brincadeiras estão testando, experimentando e descobrindo o mundo a sua volta. Em outras palavras, uma verdadeira aprendizagem por descoberta. (CONSEZA E GUERRA, 2011).

Já o segundo estágio, conhecido como pré-operatório, acontece em média, dos dois aos sete anos de idade, período de transição da educação infantil para os anos iniciais da educação escolar, e tem como principal característica o aparecimento da função simbólica, ou seja, da linguagem. Agora a criança adquire a capacidade de substituir um objeto por uma representação e o mesmo continua a existir mesmo que a criança não o esteja vendo. (PIAGET, 2012).

Esta fase da infância é marcada pelo egocentrismo e individualismo, por uma percepção global, no entanto vaga das coisas, influenciada pela aparência sem relação com fatos. Porém a criança consegue agir com simulações, “como seria isso se”. Também se inicia nesse período a famosa “fase dos porquês”, a criança não aceita a ideia do acaso, e para ela tudo deve ter uma explicação, um porquê, demonstrando que apesar de sua capacidade de resolver problemas ainda estar em construção, desde cedo pode-se observar características favoráveis para uma futura educação científica e para a vida, que precisam ser reforçadas pelos pais e pela escola para que tais características não venham a ser inibidas. (CARVALHO,1997).

O terceiro estágio, o operacional concreto, aproximadamente dos sete aos doze anos de idade, tem sua predominância nos anos iniciais (estágio onde os alunos que discutiam o problema da pressão, transcrito por Carvalho estavam). Nessa fase a criança passa a ter ideia de conservação de massa, comprimento e volume, noções de tempo, velocidade e espaço e

conceitos como os números e relações, além da capacidade de interiorizar ações, ou seja, fazer operações mentais. (COUTINHO, 1992). Porém ainda é muito dependente do mundo concreto para solucionar problemas, tendo dificuldade com abstrações. Por isso é importante nessa fase que o professor faça comparações do que se pretende ensinar com o que a criança já sabe ou o que ela está fisicamente visualizando.

Nessa fase a linguagem se torna mais evidente, o que contribui para o declínio do egocentrismo encontrado na fase anterior. A criança passa a levar em conta o ponto de vista de um terceiro, por isso os trabalhos em grupos podem ser mais explorados.

O último estágio descrito por Piaget é o operacional formal, iniciado aproximadamente a partir dos doze anos de idade, que corresponde na maioria das vezes ao sétimo ano do ensino fundamental. Este estágio tem como principal característica o raciocínio abstrato: a criança ou o já adolescente é capaz de fazer deduções lógicas sem o auxílio de objetos concretos, criando hipóteses para explicar um problema e não se limitando a somente a observar a realidade. Ou seja, em suas argumentações além do “é” aparece o “poderia ser”.

Em suma, percebe-se que uma aprendizagem baseada na investigação, tem como base um processo natural que ocorre desde o nascimento da criança. A capacidade de investigar, reconhecer variáveis e suas relações, criar hipóteses, montar um plano de trabalho, analisar resultados, avaliar erros, na tentativa de resolver um problema, vem de um processo que vai sendo construído e se aprimorando com o passar do tempo, de acordo com cada estágio do desenvolvimento da criança. E quanto antes as características de uma educação científica forem estimuladas, ao invés de reprimidas por uma pedagogia tradicional, melhor, para que o ensino de ciências nos anos iniciais posteriores possa ser potencializado através de concepções espontâneas melhor direcionadas, de um pensamento mais crítico, de uma maior capacidade de lidar com problemas e erros, etc. Segundo Carvalho (1997),

Talvez mais importante seja lembrar que é no ensino fundamental que os alunos tomam contato, pela primeira vez, com certos conceitos científicos em uma situação de ensino, e muito da aprendizagem subsequente de ciências dependem desse primeiro contato. (Carvalho, 1997, p. 153).

A Tabela 3.1 mostra, de forma sucinta, as fases do desenvolvimento cognitivo de Piaget e algumas das principais características de cada fase.

Tabela 3.1 – Relação entre as fases do desenvolvimento cognitivo e suas principais características

FASES	FAIXA ETÁRIA	PRINCÍPAIS CARACTERÍSTICAS
-------	--------------	----------------------------

Sensório-motor	De 0 até 2 anos	Ausência de representação interna: algo só existe enquanto se está vendo
Pré-operatória	De 2 até 7 anos	Aparecimento das funções simbólicas. Desenvolve a capacidade de substituir um objeto por uma representação simbólica. A fase dos porquês.
Operacional concreto	De 7 até 12 anos	Adquire ideias de conservação. Desenvolve a capacidade de interiorizar ações. Maior evidência da linguagem. Declínio do egocentrismo.
Operacional formal	A partir dos 12 anos	Capacidade de fazer abstrações, criar hipótese, trabalhar em grupo etc.

Fonte: Elaborado pelo Autor com base em LEFRANÇOIS (2008)

A Tabela 3.2, mostra a relação entre as fases do desenvolvimento cognitivo de Piaget com cada nível da educação básica, e nela, podemos perceber que a maior parte do ensino fundamental se encontra na fase operacional concreta. Somente nos dois últimos anos do ensino fundamental, oitavo e nono anos, que o educando se encontra na última fase do desenvolvimento cognitivo, a operacional formal.

Tabela 3.2 – Relação entre as fases do desenvolvimento cognitivo de Piaget e os níveis de educação básica.

Níveis da educação básica	Idade	Fases do desenvolvimento cognitivo / idade		
		<i>De 0 a 3 anos (creche)</i>		<i>De 3 a 5 pré-escola</i>
Educação infantil	Até 5 anos de idade	De 0 a 2 anos Sensorial Motor	De 2 a 3 anos Pré-operatório	Totalmente inserido na fase pré-operatória
		De 6 até 7 anos Pré-operatório	De 7 até 12 anos Fase operacional concreto	
Ensino fundamental	De 6 a 14 anos			
Ensino médio	De 15 a 17 anos	Completamente inserido na fase operacional formal		

Fonte: Elaborado pelo Autor com base em Lefrançois (2008) e Brasil (1996).

3.3 A avaliação da evolução da argumentação e da alfabetização científica

Este trabalho não tem como objetivo principal fazer uma análise aprofundada do discurso, contudo considera-se importante que o educador perceba quando e como a educação científica e a argumentação estarão sendo realmente trabalhadas em sala de aula. Para tanto, neste tópico será apresentada, de forma sucinta, a estrutura de argumentação segundo Toulmin (2006) e os indicadores de alfabetização científica de Sasseron e Carvalho.

3.3.1 A estrutura de argumentação segundo Toulmin

Segundo Sasseron (2008) e Sasseron e Carvalho (2008), a argumentação é entendida como todo e qualquer discurso em que aluno e professor apresentam suas opiniões em aula, descrevendo ideias, apresentando hipóteses e evidências, justificando ações ou conclusões a que tenham chegado, explicando resultados alcançados.

Com o objetivo de identificar as diferentes componentes encontradas em uma argumentação será apresentada nesta seção a proposta de estrutura argumentativa de Toulmin (2006), apresentando os elementos constitutivos básicos de uma argumentação e as relações existentes entre elas.

Tabela 3.3 – Relação dos elementos constituintes básicos de uma argumentação segundo Toulmin (2006)

Representação	Elementos	Características	
D	Dados		
J	Justificativa		Já que
C	Conclusão		Então
Q	Qualificadores modais	É, via de regra, um advérbio que dá aval à conclusão obtida.	Provavelmente
R	Refutação		Amenos que
B	Banking ou conhecimento básico		Por conta de

Fonte: (Adaptada de TOULMIN, 2006)

Os três primeiros elementos da Tabela 3.3 formam uma estrutura argumentativa básica: *de acordo com os dados D, já que J, então C*. No entanto, estruturas mais complexas surgem

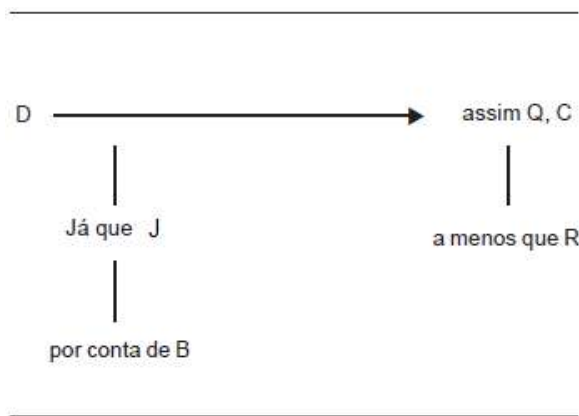
quando **Q** e **R** são acrescentados com o objetivo de especificar em que condições a justificativa apresentada é válida ou não, dando um peso a tal justificativa. O primeiro deles, os qualificadores modais **Q**, especificam as condições necessárias para a validade de uma justificativa dando suporte a conclusão. Em contrapartida, a refutação **R** especifica as condições em que a justificativa não é válida o suficiente para dar suporte a conclusão, por exemplo: A pedra lançada não vai alcançar a distancia necessaria (**C**). a **menos que** não tenham forças externas agindo sobre a mesma (**R**).

O último elemento da Tabela 3.3 o apoio ou becnng **B**, surge quando a justificativa tem um caráter hipotético, questionavel, nesse caso B dá suporte, fundamentando a justificativa por se tratar de uma alegação categórica, uma garantia baseada em alguma autoridade, uma lei por exemplo (TOULMIN, 2006).

Exemplo: haverá acidente (**C**), , devido estar em alta velocidade em uma pista molhada (**J**), **por que segundo a lei da inercia...** (**B**).

A Figura 3.2, mostra um esquema do padrão de argumentação segundo Toulmin.

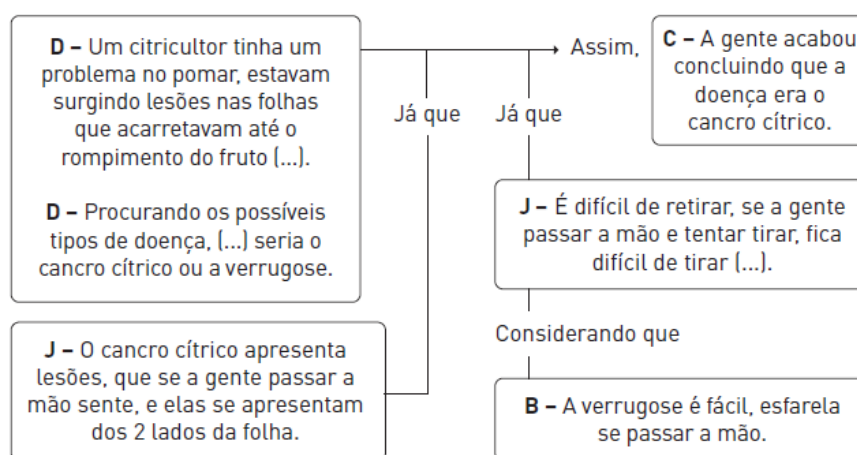
Figura 3.2 – Padrão de argumento.



Fonte: (TOULMIN, 2006)

A Figura 3.3 tem como objetivo exemplificar o modelo 3.2 de Toulmin mostrando, de forma simples, uma possível argumentação feita por alunos de graduação na tentativa de resolver o problema da doença dos limoeiros (SA, KASSEBOEHMER e QUEIROZ, 2014). Podemos notar que essa estrutura é formada por dois dados D, duas justificativas J, uma delas sendo fundamentada por B, e por último uma conclusão C.

Figura 3.3 – Argumentação feita por alunos sobre o caso da doença nos limoeiros.



Fonte: (SA, KASSEBOEHMER E QUEIROZ, 2014).

Para Erduran et al. (2004) quanto maior o número de elementos, mais bem elaborada será a argumentação. Portanto, a argumentação mostrada na Figura 3.3, com os elementos D-D-J-J-B-C, é mais complexa que uma estrutura básica constituída por D-J-C. (apud SA, KASSEBOEHMER E QUEIROZ, 2014)

3.3.2 Os indicadores de alfabetização científica.

Segundo Sasseron (2008), apesar da educação científica não poder ser alcançada no ensino fundamental, ela pode ser iniciada nesse período, e deve ser entendida como um estado em constantes modificações e construções. Portanto, sempre que um novo conhecimento é adquirido, novas estruturas são determinadas e as relações com tais conhecimentos se modificam, ou seja, um processo contínuo em constante construção.

Contudo, apesar de a educação científica não poder ser alcançada no ensino fundamental, podemos almeja-la, buscando certas habilidades entre os alunos. E para mostrar se essas habilidades estão sendo trabalhadas, e como estão sendo trabalhadas, Sasseron e Carvalho (2008) e Sasseron (2008) propõem os *indicadores de alfabetização científica* e os classificam em três grupos conforme a Tabela 3.4.

Tabela 3.4 – Classificação dos indicadores de aprendizagem científica

1° - Relacionados ao trabalho com os dados empíricos ou com as bases por meio dos quais se compreende um assunto ou situação.	
A seriação de informação	<i>Está ligado ao estabelecimento de bases para a ação investigativa. Não prevê, necessariamente, uma ordem que deva ser estabelecida para as informações, podendo ser uma lista ou uma relação dos dados trabalhados ou com os quais se vá trabalhar</i>
	<i>Surge quando se procura preparar os dados existentes sobre o problema indicado. Este indicador pode ser encontrado durante o</i>

A organização de informação	<i>arranjo das informações novas ou já elencadas anteriormente e ocorre tanto no início da proposição de um tema quando na retomada de uma questão, quando ideias são lembradas.</i>
A classificação de informação	<i>Aparecem quando se busca estabelecer características para os dados obtidos. Por vezes ao se classificar as informações, elas podem ser apresentadas como uma hierarquia, mas o aparecimento dessa hierarquia não é condição para a classificação da informação. Caracteriza-se por ser um indicador voltado para a ordenação dos elementos com os quais se trabalham</i>
2° - Relacionados a estrutura do pensamento que moldam as afirmações feitas e as falas promulgadas durante as aulas de ciências.	
O raciocínio lógico	<i>Relacionado a compreensão do modo como as ideias são desenvolvidas e apresentadas. Relaciona-se, pois, com a forma como o pensamento é exposto.</i>
O raciocínio proporcional	<i>Da mesma forma que o raciocínio lógico, da conta de mostrar o modo que se estrutura o pensamento, além de se referir também a maneira como variáveis tem relação entre si, ilustrando a interdependência que podem existir entre si.</i>
3° - Vinculado à procura do entendimento da situação analisada.	
Levantamento de hipóteses	<i>Aponta instantes que são alcançados suposições acerca de certo tema. Este levantamento de hipótese pode surgir tanto como uma afirmação quanto em forma de uma pergunta. (Atitudes muito usadas entre os cientistas quando se defrontam com um problema)</i>

Continua

Tabela 3.5 – Classificação dos indicadores de aprendizagem científica

		Conclusão
3° - Vinculado à procura do entendimento da situação analisada.		
Teste de hipóteses	<i>Nesta etapa as suposições da etapa anterior são colocadas a prova. Pode ocorrer tanto diante da manipulação direta de objetos quanto no nível das ideias, quando o teste é feito por meio de atividades de pensamento baseadas em conhecimentos anteriores.</i>	
Justificativa	<i>Aparece quando, em uma afirmação qualquer proferida, lança-se mão de uma garantia para o que é proposto. Isso faz com que a afirmação ganhe aval, tornando-se mais segura.</i>	
Previsão	<i>E explicitado quando se afirmar uma ação e/ou fenômeno que sucede associado a certo conhecimento.</i>	
Explicação	<i>Surge quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas. Em geral a explicação é acompanhada de uma justificativa e de uma previsão, mas é possível encontrar explicações que não recebam essa garantia. Mostra-se, pois, explicações ainda em fase de construção que certamente receberão maior autenticidade ao longo da discussão.</i>	

(Fonte: (SASSERON, 2008); (SASSERON E CARVALHO, 2008).

3.4 A importância da construção do conhecimento através de situações-problema

Para entendermos a importância do uso de situações-problema no processo de construção do conhecimento, citamos Bachelard: "Os problemas não se colocam por si mesmos, **todo conhecimento é resposta a uma questão**. Se não há questão, não pode haver conhecimento científico" (BACHELARD, 1996).

Uma analogia interessante para iniciar essa discussão, é quando um motorista em uma grande cidade se dispõe a ir até um endereço desconhecido. Se um carona que conhece perfeitamente o endereço estiver guiando o motorista, o mesmo aprenderá um único caminho. No entanto, se o motorista tiver que procurar o endereço sozinho, por tentativas e erros, ao encontrar o endereço, ele terá aprendido diversos caminhos, o que o fará conhecer melhor a cidade.

Da mesma forma, por exemplo, através da situação problema, proposta aos estudantes, de descobrir o movimento de um carro pelo rastro de óleo deixado, com o objetivo de construir o conceito de aceleração, através de discussões, coleta de dados, hipóteses, tentativas e erros, os alunos podem chegar ao entendimento do conceito de aceleração de uma maneira ativa, construindo o próprio conhecimento.

Nesse caso, diferente de uma aula baseada em uma pedagogia tradicional, onde o professor apresenta diretamente o conceito a um aluno que observa passivamente, os alunos agora aprendem a fazer medidas do espaço e tempo, o que reforça o conceito de velocidade. Tão importante quanto, eles também desenvolvem a habilidade de trabalhar em grupo, de montar um plano de trabalho, criar hipóteses e testá-las e muitas vezes o mesmo resultado é obtido por diversos caminhos dando margem a novas discussões. Por exemplo, um aluno com liberdade para discutir, poderia questionar: será que o aumento dos espaços entre as gotas de óleo indica um aumento de velocidade ou somente a diminuição do intervalo de tempo do gotejamento?

Dessa forma esse ambiente torna-se extremamente rico, por isso favorável a uma aprendizagem mais significativa. Pesquisas no campo da neurociência apontam para as vantagens de uma abordagem centrada na problematização, Segundo Cosenza e Guerra (2011):

Muitas pesquisas têm mostrado que a estimulação ambiental é extremamente importante para o desenvolvimento do sistema nervoso. Animais criados em ambientes empobrecidos apresentam, mais tarde, um cérebro menos sofisticado, com menor quantidade de conexões sinápticas. (COSENZA e GUERRA, 2011, p. 34).

Portanto, à medida que o educando vai interagindo com o meio, novas sinapses são construídas e algumas vezes desfeitas e reorganizadas, criando caminhos próprios e particulares de cada indivíduo, e quanto maior a interação, mais complexas são suas redes neurais.

Segundo descrito por Cosenza e Guerra (2011), embora sabendo que um ambiente pobre se tornar prejudicial, criar artificialmente um ambiente onde as informações são bombardeadas de forma precoce, dificilmente trará benefícios significativos, uma vez que o cérebro ao longo dos milhares de anos de evolução aprendeu a se desenvolver harmoniosamente com o ambiente de modo a não fugir dos parâmetros usuais.

Em contrapartida, um ambiente investigativo e direcionado em sala de aula, através de uma situação problema, além de ser extremamente rico de possibilidades de interação, não se encaixa em um bombardeamento de informação, porque a curiosidade, a investigação, o interesse por novas descobertas, e a capacidade de resolver problemas, vêm de um processo natural de amadurecimento, e tem como objetivo a sobrevivência no meio. Nesse ambiente, os educandos são estimulados a resolver problemas ao invés de inibidas por aulas tradicionais.

Um outro bom argumento para o uso de um problema na construção do conhecimento, está relacionado à atenção. Aulas tradicionais, onde o professor simplesmente expõe o conhecimento, em geral são acompanhadas de falta da atenção por um grande número de alunos, através de conversas sobre outros assuntos, uso de celulares etc.

Por outro lado, fazer com que os alunos participem de forma ativa da aula através da resolução de um problema que esteja relacionado à sua realidade, ou desafio, como em um jogo, por exemplo, é tornar a aula mais dinâmica, atrativa, desafiadora, aumentando significativamente a motivação, o foco do aluno, a atenção do educando no processo de aprendizagem, o que proporciona resultados mais significativos (WILLINGHAM, 2011).

Outro ponto relevante é que metodologias que trabalhem com essa abordagem encaram o erro cometido pelo educando de forma positiva, porque o foco não está no resultado e sim no processo de construção do conhecimento, fazendo com que o educando perceba que na ciência, assim como na vida, cometemos erros como parte do processo para acertarmos mais à frente. Dessa forma, a sala de aula cria um ambiente onde o estudante tem

liberdade para errar, e aprende com ajuda do professor a tomar decisões não aleatórias, mais sim de forma consciente, a partir de uma análise crítica do problema.

Precisamos entender que a aprendizagem é mais complexa do que simplesmente o processo de memorizar uma lista de conceitos estabelecidos pelo professor. Trata-se, portanto, do processo de procura da resposta, do desenvolvimento da autoconfiança na capacidade de lidar com problemas e achar respostas embasadas no conhecimento científico, gerado no estudante ao resolver um problema.

Outro benefício do erro, é apresentar para o educando, uma ciência mais humanizada, mais próxima do aluno, e não como aquela que só pode ser desenvolvida por um cientista caricaturado, de barba branca e de jaleco, sem vida social, que não erra, e possui um Q.I. muito acima da média. Mostrar para o educando que ele pode errar sem ser reprimido ao testar uma hipótese e ensinar a criança ou adolescente mais tarde a lidar com os erros no relacionamento, no trabalho e na vida familiar. Enfim, na vida cometemos erros e a partir desses erros, fazemos análises, tiramos conclusões para então através de decisões conscientes, acertarmos. Segundo Cosenza e Guerra (2011):

Um ambiente estimulante e agradável pode ser criado envolvendo os estudantes em atividades onde eles assumam um papel ativo e não sejam meros expectadores. Lições centradas nos alunos, o uso de interatividade, bem como a apresentação e a supervisão de metas a serem atingidas são também recursos compatíveis com o que conhecemos do funcionamento dos processos [...] Um fato interessante é que o córtex pré-frontal possui um desenvolvimento lento, e até a adolescência não está maduro, e nesse processo de maturação, alterações nesses circuitos motivacionais costumam aumentar o comportamento que busca novidades, aumentando a disposição para novas experiências. (COSENZA e GUERRA, 2011, p. 48).

Finalmente, em se tratando das diretrizes governamentais para a educação, no dia 20 de dezembro de 2017 foi aprovada no Brasil a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Trata-se de um documento de caráter normativo que define um conjunto de aprendizagens consideradas essenciais para todos os educandos desenvolverem ao longo da educação infantil e do ensino fundamental, como o objetivo de trazer equidade para a as redes de educação básica (BRASIL, 2017).

Segundo a nova BNCC (BRASIL, 2017), dentre as dez competências gerais que os alunos deveriam dominar no curso dos anos escolares do ensino fundamental temos:

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas. (BRASIL, 2017, pg 9).

Embora o documento citado acima seja recente, as leis educacionais brasileiras apontam para o que já é uma tendência mundial, uma educação significativa e não decorativa, pautada no raciocínio lógico, na investigação, e no senso crítico do educando. A própria Constituição Federal (CF) de 1988 em seu art. 205 diz que "a educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho". (BRASIL, 1988)

O artigo 27 das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para o Ensino Fundamental (BRASIL, 1998) em seu caput, em consonância com a constituição federal, deixa clara a preocupação com o processo contínuo de formação do educando, desde anos iniciais, objetivando contribuir para aquisição de uma aprendizagem significativa e para uma educação plena. E segundo a Lei de Diretrizes e Bases (LDB) (BRASIL, 2015), um dos objetivos do ensino fundamental é dar continuidade ao ensino médio que por sua vez objetiva gerar senso crítico no educando, e posteriormente conforme a capacidade de cada um, por meio do ensino superior, gerar o senso reflexivo contribuindo assim para uma educação plena.

Ainda no artigo 27, em seu § 2º, com objetivo de contribuir para uma educação plena, as DCN da Educação Básica, também deixam claro a valorização da aprendizagem através da investigação, da valorização do raciocínio lógico em detrimento as aulas tradicionais decorativas.

E é na construção desse perfil de educação, almejado mundialmente, em sua formação integral e plena, aspirada pela CF, pela LDB, e pelas DCN da educação básica, e agora pela BNCC, que a aprendizagem por investigação, mostra-se extremamente eficiente, à medida que o educando, centro do processo de aprendizagem, participa da construção do conhecimento de forma ativa, prática, criativa, crítica, participando da resolução de problemas em grupo, aprendendo a respeitar opiniões, levantar dados e a discutir ideias, contribuindo assim para um currículo implícito que posteriormente lhe ajudará a exercer sua cidadania, a participar de forma ativa no trabalho e na sociedade.

3.4.1 O que é o ensino por investigação?

O ensino por investigação, muito mais que uma metodologia, trata-se de uma abordagem didática, de aprendizagem ativa, centrada no problema, onde os alunos passam a ter liberdade intelectual ao participarem da construção do conhecimento, e têm como um de

seus principais objetivos alcançarem a alfabetização científica do educando. Conforme descreve Sasseron (2015):

[...] Entendemos que o ensino por investigação extravasa o âmbito de uma metodologia de ensino apropriada apenas a certos conteúdos e temas, podendo ser colocada em prática nas mais distintas aulas, sob as mais diversas formas e para os diferentes conteúdos. (SASSERON, 2015, p.58)

Nesta abordagem, o professor atua como um mediador do processo de aprendizagem, lançando para turma uma situação problema motivadora e formadora de diálogo, que pode ser dada, por exemplo, por meio de um texto histórico, uma demonstração, um aparato tecnológico, uma questão, um problema aberto, como descreve Anna Maria de Carvalho em seu livro “Calor e Temperatura” (CARVALHO et al., 2014). O mais importante nesta abordagem é criar condições para que os alunos pensem, construam, discutam e refutem ideias, na tentativa de resolver um problema. Segundo Sasseron (2015):

Assim como a própria construção de conhecimento em ciências, a investigação em sala de aula deve oferecer condições para que os estudantes resolvam problemas e busquem relações causais entre variáveis para explicar o fenômeno em observação, por meio do uso de raciocínios do tipo hipotético-dedutivo, mas deve ir além: deve possibilitar a mudança conceitual, o desenvolvimento de ideias que possam culminar em leis e teorias, bem como a construção de modelos. (SASSERON, 2015, p.58).

Portanto, nesta abordagem, o professor tem o papel não de apresentar o conceito científico, mas de criar um ambiente de discussão que possibilite ao aluno sentir-se à vontade e motivado para levantar hipóteses, elaborar e montar um plano de trabalho, coletar e analisar dados e tirar conclusões, exercitando características bastante utilizadas na prática científica.

Para isso, a atividade exige do professor a habilidade para reconhecer nas interações dos alunos, seus conhecimentos prévios e utilizá-los para formação de perguntas intermediárias, esclarecimento de dúvidas, de forma a encaminhar a discussão para a construção científica do conhecimento. Ao mesmo tempo, o professor precisa valorizar pequenas ações do trabalho, colocando-as em destaque, como os pequenos erros, as imprecisões manifestadas pelos estudantes, hipóteses oriundas de conhecimentos prévios e relações em desenvolvimento. (SASSERON, 2015).

3.4.2 Como não aprender descobertas incorretas?

Embora, nessa abordagem de ensino o educando tenha liberdade para pensar e produzir conhecimentos, o educador precisa estar no controle do ambiente educacional para que o educando não absorva conceitos incorretos tanto quanto corretos. Por esta razão, o educador precisa assumir o papel de mediador e dedicar uma atenção maior ao planejamento e execução da aula, quando comparada pedagogia tradicional.

Para descartar conceitos errados, enfatizando conceitos corretos, após a discussão e reflexão orientada pelo educador, é a vez de formalizar as explicações dadas ao fenômeno, preocupando-se em enfatizar como ele é descrito pela ciência, e se necessário chegar à representação matemática que o descreve. Em seguida, os educandos devem descrever suas observações, reflexões, discussões, relatos e ponderações etc. Desta forma, a atividade experimental deixa de ser apenas uma ilustração da teoria tornando-se um instrumento riquíssimo do processo de ensino (CARVALHO et al., 2014).

Durante o processo de investigação, Carvalho sugere a utilização de *feedback* para que o educando tenha percepção dos seus erros, fazendo-o refletir sobre os mesmos, lhe direcionando, contribuindo assim para a construção do conhecimento (CARVALHO et al., 2014).

Nesse sentido, Willingham (2011), em seu livro de psicologia cognitiva, pontua que a memória é um resíduo do pensamento, portanto se o professor não tiver controle do ambiente, o aluno acabará lembrando de descobertas “incorretas” tanto quanto corretas devido ao grau de liberdade dessa abordagem, e para isso o autor sugere o uso de *feedback* imediato sobre os alunos estarem ou não pensando o problema de maneira correta.

Em resumo, a aprendizagem por descoberta é extremamente indicada principalmente no que se refere ao grau de engajamento, proporcionando um pensamento mais profundo do aluno. Ainda segundo Willingham (2011):

[...] Eles mostram talento e ousadia incríveis nessas circunstâncias. Eles não têm medo de tentar novas coisas e não se importam de falhar. Eles aprendem por meio de descobertas! Observe, entretanto, que os recursos de computador possuem uma importante propriedade: quando se comete um erro ele é imediatamente percebido – o computador faz alguma outra coisa e não aquilo que você pretendia. Esse *feedback* imediato cria um ambiente maravilhoso na qual “bagunçar” pode trazer êxito (WILLINGHAM, 2011, p. 82)

E é a partir desta “bagunça” em um ambiente facilitado pelo professor, através de discussões entre alunos, ou entre alunos e professor, na tentativa de o aluno solucionar o problema, que o conhecimento vai sendo construído.

3.4.3 As Sequências de Ensino Investigativo (SEI)

Nos últimos anos, dando continuidade ao trabalho de ensino investigativo, através do laboratório de pesquisa e ensino e de física (LAPEF) da universidade de são Paulo (USP) foram desenvolvidas várias sequências de ensino investigativo (SEI) com o principal objetivo de permitir que a sala de aula vire um ambiente de investigação.

Segundo Sasseron (2015):

Em breves palavras, uma sequência de ensino investigativo é o encadeamento de atividades e aulas em que um tema é colocado em investigação e as relações entre esse tema, conceitos, práticas e relações com outras esferas sociais e de conhecimento possam ser trabalhados. (Sasseron, 2015, p. 59).

Carvalho et al. (2014) define SEI como:

Um conjunto organizado e coerente de atividade investigativas, integradas para trabalhar um tema, sendo que a diretriz principal de cada uma das atividades e o questionamento e o grau de liberdade intelectual de cada aluno (CARVALHO et al., 2014, p. 7)

Em seu livro "Calor e Temperatura" Carvalho et al. (2014), a autora apresenta três ideias centrais para elaboração de SEIs. Na primeira delas, destaca-se a importância de o aluno participar da reconstrução dos seus conhecimentos. Dessa forma, a turma precisa ter liberdade para pensar, discutir, utilizar seus conhecimentos prévios e através destes elaborar hipótese e testá-las, para que possa ser gerado um conflito cognitivo, que é quando o que o aluno já sabe for confrontado ao tentar resolver um problema, trazendo o questionamento e a oportunidade para a desconstrução de um conhecimento popular e a construção de um conhecimento científico (CARVALHO et al., 2014).

Neste contexto, Campos (2012) apresenta o conceito de "Revolução conceitual":

É importante fazer com que as crianças discutam os fenômenos que as cercam, levando-as a estruturar esses conhecimentos e construir, com seu referencial lógico, significados dessa parte da realidade. Por isso, devemos trabalhar com problemas físicos que os alunos possam discutir e propor soluções compatíveis com seu

desenvolvimento e sua visão de mundo, mas em um sentido que os levara, mais tarde, ao conhecimento científico (CAMPOS et al, 2012, p. 3).

A segunda ideia central é a valorização da construção social do conhecimento, por isso é importante que em uma SEI os alunos trabalhem em grupos, onde a afetividade é fundamental para que se sintam à vontade para discutirem ideias com o objetivo de introduzir o grupo na argumentação científica. Portanto, o papel do professor torna-se essencial no processo de aprendizagem, pois muitas vezes o aluno precisa da interação do professor para se sentir acolhido e seguro para se relacionar com seu grupo e garantir a troca de experiências. Se o professor não tiver o controle, essa relação pode se tornar conflituosa, uma vez que em uma sala de aula encontra-se alunos de diversas classes sociais, culturas, valores, personalidades e objetivos diferentes, porém se trabalhado da forma correta torna-se uma grande estratégia rica em trocas de ideias e experiências. Segundo Piaget (2001, p.5) “A afetividade seria como a gasolina, que ativa o motor de um carro, mas não modifica sua estrutura”.

A terceira ideia central é fazer com que, através de uma SEI, os alunos passem de uma linguagem coloquial, onde, por exemplo, não exista diferença entre calor e temperatura, para uma linguagem científica, onde cada palavra tem um significado próprio bem específico.

Porém, não podemos achar que somente com a investigação e em algumas horas o aluno consiga construir um conceito científico que muitas vezes levou séculos para ser construído, portanto é necessário que no final do processo os conceitos sejam formalizados pelo professor para que possam chegar a uma revolução conceitual, que é a passagem da linguagem coloquial para a linguagem científica. (CARVALHO et al., 2014).

Também é importante que no final do processo de aprendizagem do conceito, principalmente nos anos finais, haja o domínio da linguagem cotidiana científica e a matemática. Para isso, o professor deve propor uma sequência que ajude o aluno a encontrar as variáveis do problema, assim como sua relação de proporcionalidade utilizando quando possível, desenhos, gráficos, tabelas etc. Porém é necessário que o aluno entenda não só o conceito e a linguagem mais também a natureza da ciência, seus valores éticos e políticos, a relação desse novo conceito com o mundo a sua volta (CARVALHO et al., 2014). Assim, a autora pontua que:

Já no ensino fundamental propõem que os alunos, ao final dessa etapa, devam, dentre outras capacidades: compreender a ciência como um processo de produção de conhecimento e uma atividade humana, histórica, associada a aspectos de ordem social, econômica política e cultural. Identificar relações entre conhecimento científico, produção

de tecnologia e condições de vida, no mundo de hoje e em sua evolução histórica. (CARVALHO et al., 2014, p. 23).

3.4.4 O Laboratório Aberto e a SEI

Em um laboratório aberto o professor lança um problema para que os alunos resolvam em pequenos grupos. No entanto, diferente de um laboratório baseado em uma pedagogia tradicional, a resposta não é pré-determinada, ou seja, não tem o objetivo de comprovar uma teoria, e sim o de levar o estudante à procura de uma solução experimental, utilizando-se de outras linguagens das ciências, como construir tabela, reconhecer variáveis importantes e estabelecendo relações entre elas, etc. sempre procurando complementar a alfabetização científica. (CARVALHO et al., 2014). Portanto, o processo de procura de uma resposta torna-se tão importante quanto a resposta à pergunta.

Em um laboratório aberto, os alunos não seguem um roteiro proposto, “uma receita de bolo”, e para o problema não existe uma única resposta. Nesse modelo, o erro torna-se um grande aliado do professor, pois a partir do erro os alunos podem ser confrontados.

A Tabela 3.5 mostra os diferentes níveis de laboratório descritos por Carvalho et al. (2014)

Tabela 3.6 – Relação de laboratório de acordo com o grau a liberdade dado ao aluno

Nível de investigação	Enunciado do problema	Procedimento	Conclusões
0	Dado	Dado	Dado
1	Dado	Dado	Em aberto
2	Dado	Em aberto	Em aberto
3	Em aberto	Em aberto	Em aberto

Fonte: (CARVALHO et al., 2014)

Como podemos perceber, o nível “0” mostrado na tabela, corresponde a um laboratório baseado em uma pedagogia tradicional, fechado, onde os alunos recebem do professor o enunciado do problema, um tutorial passo a passo dos procedimentos a serem tomados, além de uma conclusão predeterminada, com o objetivo de apenas comprovar um conceito que já se tinha.

O nível “1” ainda não é considerado um laboratório aberto, pois apesar de permitir um pouco mais de liberdade para os alunos, deixando que os mesmos tirem suas próprias

conclusões, ainda é dado ao educando o problema e toda a forma de proceder para chegar à conclusão.

O nível “2” é o que Carvalho et al. (2014) começa a chamar de laboratório aberto devido ao seu grau de liberdade. Nele, os educandos recebem apenas uma situação problema, através de uma pergunta que estimule a curiosidade científica dos estudantes, por exemplo: *Que acontece quando largamos objetos diferentes de uma mesma altura?* E a resposta a essa pergunta é o objetivo principal do laboratório, porém para respondê-la, os alunos em grupos, precisam planejar passos característicos do método científico, como levantamento de hipótese, a elaboração um plano de trabalho, montagem do arranjo experimental, além da coleta e análise de dados, para então tirarem e discutirem suas próprias conclusões (CARVALHO et al., 2014). Tudo deve ser elaborado pelos alunos e apenas orientado pelo professor.

O terceiro nível é considerado o mais aberto possível, porque os próprios alunos precisam identificar um problema, elaborar uma hipótese e os procedimentos a serem tomados, e por último, tirarem suas próprias conclusões, tudo com orientação do professor. (CARVALHO et al., 2014).

A Tabela 3.7 com base no método científico, mostra todos os passos de um laboratório aberto e suas principais características. No entanto não podemos tomá-los com algo rígido, onde todos os passos precisam ser seguidos na mesma ordem com um script, sem retornos, sem erros. Os educandos podem rever por exemplo seu plano de trabalho, elabora novas hipóteses, aferir novos dados com novas análises etc.

Tabela 3.7 – Passos de um laboratório aberto.

Passos do (LA) laboratório aberto		Principais características por passos do LA
1° Passo	Proposta do problema	<ul style="list-style-type: none"> • <i>O problema proposto deve vir através de uma pergunta que estimule a curiosidade científica do aluno.</i> • <i>O objetivo principal do laboratório aberto é a resposta dessa pergunta</i> • <i>O problema proposto não pode ser muito específico, de modo que possa gerar uma ampla discussão.</i>
2° Passo	Levantamento de hipóteses	<ul style="list-style-type: none"> • <i>A hipótese deve ser levantada pelos alunos através de uma discussão orientada pelo professor</i>

Continua

Tabela 3.7 – Passos de um laboratório aberto.

Conclusão

Passos do (LA) laboratório aberto		Principais características por passos do LA
3° Passo	Elaboração de um plano de trabalho	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Sugerimos que a discussão seja com toda a turma</i> • <i>Nesta etapa os alunos devem discutir sobre os materiais necessárias, montagem do arranjo experimental se houver, além da metodologia para coleta e análise dos dados</i> • <i>Cada grupo deve detalhar seu plano de trabalho.</i>
4° Passo	Montagem do arranjo experimental e a coleta de dados	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Após a montagem do arranjo inicia-se a coleta de dados</i> • <i>A coleta de dados deve ser feita de acordo com o plano de trabalho elaborado pelo grupo</i>
5° Passo	Análise dos dados	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Fornece informações sobre a situação problema</i> • <i>Inclui construção de gráficos em papel milímetro ou usando uma planilha, obtenção de equações e testes de hipóteses.</i> • <i>Devido aos alunos não estarem acostumados, essa etapa, muitas vezes precisa da medição do professor</i>
6° Passo	Conclusão	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Nesta fase deve-se formalizar uma resposta ao problema inicial.</i> • <i>Discutir a validade ou não das hipóteses</i>

Fonte: Carvalho et al. (2014).

Caso uma o aparato experimental invalide a hipótese criada pelo grupo, depois de uma ampla discussão, uma nova hipótese pode ser criada, seguida dos passos 4, 5 e 6. Muitas vezes o educando cria uma hipótese com base em seu senso comum, por exemplo: os corpos mais pesados caem primeiro! Por isso a invalidação de uma hipótese através dos passos descritos na tabela torna-se uma oportunidade para uma revolução conceitual.

3.4.5 A demonstração investigativa e a SEI

Em uma demonstração experimental baseada em uma pedagoga tradicional, o professor realiza o experimento com ou sem a interação do aluno. No entanto, não há a participação ativa do aluno na construção do conhecimento e nesse caso o experimento é utilizado apenas para comprovar uma teoria já estudada ou ilustrar uma teoria que vai ser ministrada independente do experimento. Como exemplo, podemos considerar um professor

em sala de aula demonstrando um gerador de Vander Graf, fazendo com que seus alunos ao tocarem fiquem de cabelo em pé, depois de ter explicado para a turma o processo de eletrização por atrito.

Diferente do método descrito anteriormente, em uma demonstração investigativa o experimento é realizado pelo professor com o objetivo de construir um conceito físico, e para isso o educador precisa dar um caráter investigativo à demonstração, através de uma situação problema relacionado ao fenômeno estudado.

E é na tentativa de resolver o problema proposto, através de perguntas, questionamentos, confrontando os educandos com relação a seus conhecimentos prévio, que a turma é levada a refletir sobre o fenômeno estudado, e o educador a perceber em que ponto da construção do conhecimento estão os educandos. E nesse processo o conhecimento vai sendo produzido, através da interação entre o pensar, o agir e o fazer, contribuindo assim, dentre tantos, para a autonomia do educando (CARVALHO et al., 2014).

Por exemplo, no experimento do gerador de Vander Graf o professor no momento da apresentação, com o objetivo de construir o conceito de eletrização por atrito poderia perguntar para turma, “O que acontece quando tocamos o globo? ” “Por quê? ” Quando atritamos um canudinho com um guardanapo de papel o que acontece, e qual a relação dele com o gerador de Vander Graf? Será que podemos encontrar no dia a dia situações parecidas? E a partir das discussões em grupos com os alunos, na tentativa de responderem às perguntas, novas perguntas vão surgindo por parte dos alunos e pelo professor e dessa forma o conceito de eletrização vai sendo construído de forma dinâmica, iterativa e divertida.

Por último, depois de discutido com toda a turma, como em toda SEI, é hora de o professor formalizar o conceito, enfatizando como a ciência o descreve e se necessário chegando à representação matemática que o expressa.

Porém é importante perceber que diferente da demonstração realizada através de uma pedagogia tradicional, o educando participou de forma ativa da construção do conhecimento dos processos de eletrização. Segundo Carvalho et al. (2014):

Essa investigação, porém, deve ser fundamentada, ou seja, é importante que a atividade de investigação faça sentido para o aluno de modo que ele saiba o porquê de estar investigando o fenômeno que a ele é apresentado. Por isso, é fundamental neste tipo de atividade que o professor apresente um problema relacionado ao que está sendo estudado (CARVALHO 2014, p.47).

Também é importante que ao final da atividade o professor peça para os educandos descreverem suas observações, discussões, relatos etc. Dessa forma, as atividades passam a

ocupar um papel extremamente importante para o ensino, proporcionando aos alunos condições para que eles construam seus próprios conhecimentos. Porém, precisa-se entender que uma atividade experimental não se constitui propriamente uma atividade de construção da ciência. No entanto, uma demonstração investigativa, onde os alunos participam da construção do conhecimento, possibilita fazer com que eles percebam que o conhecimento científico vem de um processo também de construção, de forma dinâmica e aberta, os aproximando de uma cultura científica e posteriormente de um processo de alfabetização científica. (CARVALHO et al., 2014).

CAPÍTULO 4

METODOLOGIA DE PESQUISA

Neste trabalho, além da elaboração e aplicação de uma série de experimentos investigativos, é feito um relato de experiência com o objetivo de analisar a eficiência de uma abordagem ativa especificamente por meio de uma SEI, na aprendizagem de cinemática do ensino fundamental maior, bem como sua contribuição para a promoção de argumentação em sala de aula e para a iniciação de um processo de educação científica.

Para este fim, foram utilizados como espaço amostral cinco turmas de ensino fundamental da cidade de Belém - Pará, duas de oitavo ano de uma rede privada de ensino, uma de sétimo ano da rede pública e duas turmas de sexto ano, uma da rede privada e outra da rede pública.

É importante frisar que apesar de ciências naturais fazerem parte do currículo escolar brasileiro, o contato dessas turmas com o ensino de física foi mínimo, considerando que o currículo de ciências no ensino fundamental do sexto ao oitavo anos é composto na sua grande maioria por biologia.

4.1 Sequência de ensino investigativo para a construção de conceitos de cinemática no ensino fundamental.

Foi usada uma SEI acrescida de uma atividade para casa utilizando o aplicativo *Google Maps*, com o objetivo de construir os conceitos de velocidade escalar média, velocidade instantânea e aceleração escalar média, assim como suas respectivas relações de proporcionalidade, além de contribuir para a argumentação em sala de aula e iniciar no educando um processo de educação científica.

Em um primeiro momento foi feita uma avaliação diagnóstica utilizando uma história em quadrinhos para averiguar o que os educandos sabiam, ou seja, seus conhecimentos prévios. Em seguida os estudantes foram divididos em pequenos grupos, de acordo com o tamanho da turma.

A primeira atividade, intitulada *A Corrida Maluca*, buscou construir o conceito de velocidade e sua relação de proporcionalidade com o espaço e o tempo. Após a sua aplicação, foi proposta para as turmas uma atividade para casa com o aplicativo *Google Maps*.

A segunda atividade, intitulada *Gotas na Estrada*, teve como objetivo construir o conceito de aceleração e suas relações de proporcionalidade. A terceira, intitulada *O estranho rapto do poodle*, trata de uma aplicação de aceleração onde os educandos tiveram que fazer o papel de investigadores para desvendar o caso do sumiço de um *poodle*.

É importante mencionar que em todas as atividades o professor teve o papel de orientador, utilizando *feedback* para direcionar os educandos, sempre com perguntas, nunca com respostas, e no final da SEI foi pedido para que os educandos formalizassem suas respostas com a escrita, desenho, gráficos ou qualquer outra forma de linguagem.

Após a aplicação da SEI, foi feito um grande semicírculo com o objetivo de discutir os resultados obtidos por cada grupo. Por último, o professor formalizou os conceitos. Para a aplicação de todas a SEI, incluindo a avaliação diagnóstica, a discussão em grupo e a formalização dos conceitos físicos, foi disponibilizado um turno de 6 horas-aulas.

Para a avaliação dos resultados, foi feito um relato de experiência com o objetivo de avaliar como a SEI contribuiu para a argumentação em sala de aula, para a educação científica do aluno e para a aprendizagem dos principais conceitos de cinemática.

A Tabela 4.1 nos mostra a estrutura geral deste trabalho.

Tabela 4.1 – Resumo estrutural da metodologia de pesquisa.

Nº de passos	Estrutura do trabalho.	Características e conceitos físicos explorados
I	Avaliação diagnóstica	Uma história em quadrinho intitulada <i>a grande corrida</i> , e um questionário com 6 perguntas referente á cinemática contida na historinha.
II	Divisão da turma em pequenos grupos	De 5 a 6 alunos respeitando os relacionamentos já existentes na turma.
III	1º atividade - A corrida maluca.	Explora o conceito de velocidade escalar média.
IV	Atividade do <i>Google Maps</i> .	Explora os conceitos de velocidade média e instantânea, somente utilizado nas turmas de 8ºano.
V	2º atividade - Gotas na estrada.	Explora o conceito de aceleração escalar média.
VI	3º atividade - O estranho rapto do <i>poodle</i> .	Trata-se de uma aplicação das atividades anteriores. Nela os alunos passam por

		investigadores, na tentativa de desvendar um caso de roubo utilizando os conhecimentos aprendidos de aceleração escalar média.
VII	Discussão em um semicírculo.	Com objetivo de socializarmos as experiências.
VIII	Formalização dos conceitos	Utilizando o diálogo e o quadro branco

Fonte: O autor.

4.1.1 Avaliação diagnóstica.

Foi entregue para cada aluno uma história em quadrinhos que narra uma corrida de cachorros contra um guepardo (apêndice A). Nessa corrida, os cachorros mantêm uma velocidade constante, enquanto que o guepardo, por ser o animal terrestre mais “rápido” do mundo, dispara na frente produzindo uma grande aceleração. Mas o que todos não esperavam é que apesar de ser muito rápido, o guepardo também cansa rápido, por isso aos poucos foi diminuindo sua velocidade até parar e perder a corrida. Ao final, um admirador da corrida faz um trocadilho ao ver o guepardo parando tão rápido. Ele diz: “realmente é a maior aceleração que já vi!”

Junto com a historinha, foi entregue para cada aluno um questionário contendo seis perguntas, uma discursiva e cinco de múltipla escolha, com o objetivo de avaliar os conhecimentos prévios de cada aluno referentes aos conceitos de velocidade e aceleração contidos nos quadrinhos (Apêndice A).

4.1.2 Divisão da turma em pequenos grupos.

Para a divisão em grupos, foram escolhidos quatro educandos consideradas mais experientes, por indicação do professor titular de cada turma. Em seguida, cada um dos quatro educandos teve que escolher um parceiro, sucessivamente até que todos os alunos estivessem em um grupo. Esse processo teve como objetivo formar grupos mais justos, e respeitar a afetividade entre os educandos.

4.1.3 Primeira atividade: A corrida maluca.

Esta primeira etapa da sequência tem como objetivos específicos: 1. Trabalhar o conceito de velocidade média e suas relações de proporcionalidade e 2. Trabalhar a argumentação em sala de aula bem como iniciar a educação científica dos educandos.

A *corrida maluca* é uma atividade de laboratório aberto¹ de nível 2, onde o enunciado do problema é dado como um desafio, mas o desenvolvimento e a conclusão ficam em aberto para o educando.

Para a realização desta atividade, após a divisão da turma, cada grupo recebeu um experimento, simulando a corrida de dois carrinhos (Apêndice D, produto educacional) conforme Figura 4.1, além de um envelope contendo diversos materiais de medidas de espaço e tempo como cronômetro, régua, fio com diversos nós igualmente espaçados, ampulheta etc.

Depois de cada grupo interagir com os materiais por um pequeno intervalo de tempo, sem a intervenção do professor, foi pedido que os educandos inclinassem o experimento formando um ângulo com a horizontal. Em seguida foi lançada a seguinte pergunta: “*qual a diferença entre o movimento dos carrinhos?*”

Figura 4.1 – Aparato experimental para a primeira atividade.



Fonte: O autor

Após todas as equipes resolverem o primeiro problema foi lançada uma nova pergunta: “*Como podemos comprovar tal diferença, utilizando os materiais entregues?*” Esperava-se que os alunos marcassem o mesmo tempo para ambos os carrinhos, e percebessem, utilizando medidas de comprimento, que os carros percorriam distâncias diferentes. Outra maneira de resolver o problema seria que, com um dos materiais de medida

¹ Ver LABORATORIO ABERTO nível 2 na pagina 26, subtópico 3.4.4.

de comprimento, marcassem um mesmo espaço para ambos os carrinhos e percebessem que elas fazem o percurso em tempos diferentes.

4.1.3.1 A velocidade média com o Google Maps.

Foi pedido, como dever de casa para cada aluno, com ajuda dos pais, que traçassem a rota de sua residência até a escola e verificassem a distância percorrida através do aplicativo *Google Maps*. É importante o professor enfatizar que a rota traçada fosse exatamente a utilizada pelo aluno.

O professor pediu para cada aluno ao ir à escola, que marcasse o tempo necessário para fazer o percurso traçado pelo *Google Maps*, sempre enfatizando que precisava ser pela mesma rota traçada.

O professor ainda sugeriu que esse procedimento fosse feito ao menos três vezes, e depois fosse tirada a média aritmética dos tempos.

Com essa atividade, foi discutida em sala de aula a ideia de velocidade escalar média, além da sua abstração matemática. Considerando que os educandos não fazem esse trajeto com uma única velocidade, o professor tem a oportunidade de discutir sobre o velocímetro e trabalhar o conceito de velocidade escalar instantânea.

4.1.4 Segunda atividade: Gotas na estrada.

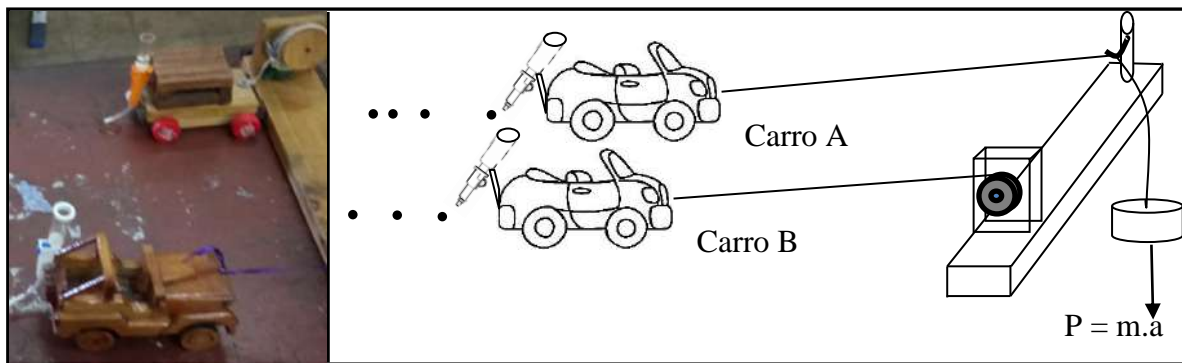
Nesta, foi feita uma sequência de demonstração investigativa¹, onde o professor-expôs o experimento composto por dois carrinhos, com um conta-gotas acoplado em cada um deles além de uma base, como mostra a Figura 4.2 (apêndice D).

Essa segunda etapa tem o objetivo de trabalhar o conceito de aceleração escalar média, desenvolver a argumentação em sala de aula e contribuir para a alfabetização científica do educando.

O primeiro carrinho, como mostra a Figura 4.2 (carros A) é puxado, por um fio amarrado em um contrapeso, sob ação da força gravitacional, o que deixa um rastro de gotas com o espaçamento, aumentando gradativamente.

¹ Ver DEMOSTRAÇÃO INVESTIGATIVA, página 27, subtópico 3.4.5.

Figura 4.2 – Imagem do aparato experimental para observação do movimento dos carrinhos.



Fonte: O autor.

O segundo carrinho é puxado por um motor de micro-ondas que rotaciona com velocidade constante, fazendo com que o carro se desloque com velocidade também constante, deixando um rastro de gotas igualmente espaçadas (Figura 4.2, carro B).

Após a demonstração, o professor lançou as seguintes situações problemas para a turma: *Qual a diferença entre os dois padrões de gotas? O que significa cada padrão?*

Considerando o pequeno percurso dos carrinhos, as gotas caem em intervalo de tempo aproximadamente constante, por isso esperava-se que os educandos associassem o aumento do espaço entre as gotas com o aumento de velocidade do automóvel. Dessa forma seria possível perceber que o móvel A possui uma aceleração, enquanto que o móvel B possui uma velocidade constante. Cabe ao professor conduzir a demonstração com perguntas, utilizando o conceito de velocidade trabalhado no início SEI através da corrida maluca.

4.1.5 Terceira atividade: O estranho rapto do poodle.

Esta atividade, trata de uma aplicação do conceito de aceleração média trabalhado anteriormente, além de explorar a argumentação e contribuir para uma educação científica. Nessa atividade os educandos, ainda em pequenos grupos, deveriam desvendar o crime intitulado “*o estranho rapto do poodle*”.

Para isso, o professor estimulou a turma sobre o empolgante trabalho de detetive que eles deveriam realizar. Em seguida o professor entregou um pequeno papel com o resumo do relato da vítima, conforme Figura 4.3.

Figura 4.3 – Papel com o relato do rapto.

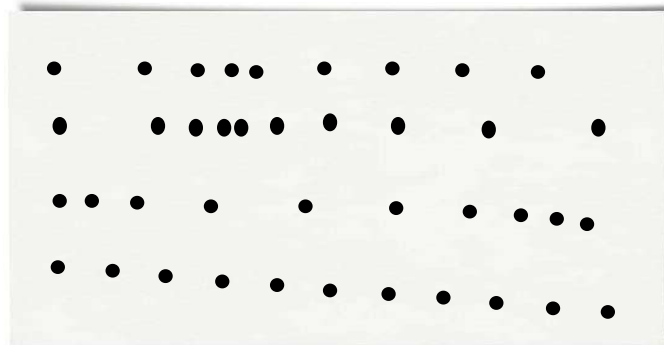
Às 23h30minh da noite de ontem uma senhora levou seu poodle Nick para passear, quando de repente, um carro, em alta velocidade, imprimiu uma aceleração diminuindo sua velocidade bruscamente ate parar. Nesse momento um homem desce do carro, rapta o poodle, e acelera sumindo rapidamente em meio à neblina.

Segundo relato da vitima o carro dos sequestradores deixara manchas de óleo na pista, no entanto, na manhã seguinte, quando a policia local foi analisar a cena do crime, localizou diversos rastros de óleo, de diferentes carros, que passavam coincidentemente pelo mesmo ponto. do sequestro, porem seguiam trajetórias diferentes.

Fonte: O autor.

O professor leu o caso em voz alta para que todos o acompanhassem. Em seguida, foi entregue para cada grupo um pedaço de papel contendo a imagem dos rastros de óleos deixados na pista, como mostra a Figura 4.4.

Figura 4.4 – simulação do rastro de óleo deixada pelos carros.



Fonte: O autor.

Logo após, o professor lançou a seguinte pergunta: *de acordo com o relato do caso, qual dos rastros de óleo é o do raptor? Ajudem-nos a desvendar este caso.*

Esperava-se que os educandos, assim como na sequência anterior, associassem a variação dos espaços entre as gotas com a variação da velocidade descrita pelo texto no relato da vítima: *“imprimiu uma aceleração diminuindo sua velocidade bruscamente até parar”* e *“acelerou sumindo rapidamente em meio a neblina.”*

É importante o educando perceber que diferente da linguagem coloquial, a aceleração está também relacionada com a diminuição de velocidade. Para isso, o professor precisa questionar este fato com perguntas, e nesse momento a turma pode ser lembrada do trocadilho utilizado na avaliação diagnóstica pelo admirador de corridas ao ver o guepardo cansar, diminuir a velocidade e perder a corrida. Frase irônica utilizada pelo admirador: *”realmente é a maior aceleração que já vi”*.

4.1.6 Discussão em grupo.

Quando todas a SEI foi aplicada, o professor pediu para a turma formar com as cadeiras um grande semicírculo para a discussão dos resultados. O professor conduziu a discussão utilizando perguntas, como por exemplo: como vocês resolveram os problemas propostos? O que é velocidade? O que é aceleração? Se eu viajo por duas horas, eu sou rápido, por quê? Se eu faço um percurso de 200m de minha casa até a escola eu fui rápido, por quê? Existe uma aceleração quando eu diminuo a velocidade? O professor explorou respostas diferentes, resultados não esperados, com novas discussões, com o objetivo de gerar conflitos cognitivos.

É fundamental mencionar o importante papel de deixar os educandos a vontade para responderem qualquer pergunta, de forma que a turma perceba que não existem respostas erradas, nem perguntas ruins, porque o conhecimento científico é formado a partir de hipótese, tentativas e erros.

4.1.7 Formalização dos conceitos.

No final da discussão em grupo, é a hora de o professor formalizar os conceitos trabalhados, usando as equações da velocidade escalar média e aceleração escalar média, sempre considerando as relações de proporcionalidade.

Vale salientar que as SEIs, sem a formalização do professor, não são suficientes para que o aluno possa dominar as três linguagens, a coloquial, a científica e a matemática e para que possa ser gerado uma revolução conceitual (CARVALHO, 2011).

CAPÍTULO 5

AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA E RESULTADOS

Neste capítulo iremos analisar a aplicação da SEI de cinemática em turmas de sexto a oitavo ano do ensino fundamental, em diversas unidades de ensino da rede pública e privada da cidade de Belém - Pará, sendo estas: duas turmas de oitavo ano da escola particular Santa Emília, uma turma de sétimo ano do colégio Logos, também da rede privada, e duas turmas de sexto ano, uma da escola municipal de ensino fundamental João Paulo II e outra da escola estadual Bom Pastor.

No colégio Bom Pastor será analisada a avaliação diagnóstica feita por cada aluno, além das gravações de áudio com discussão de um dos cinco grupos formados na turma, durante a realização da primeira atividade que faz referência ao conceito de velocidade. Para fundamentarmos nossos resultados, utilizaremos a estrutura argumentativa segundo Toulmin, descrito no tópico 3.3.1, e os indicadores de alfabetização científica de Sasseron e Carvalho, indicado no tópico 3.3.2.

Para a análise da segunda e terceira atividade serão considerados apenas os relatos de experiências do professor nas diversas unidades de ensino, pois devido à falta de material de apoio, as gravações ficaram prejudicadas e não foi possível transcrever as conversas.

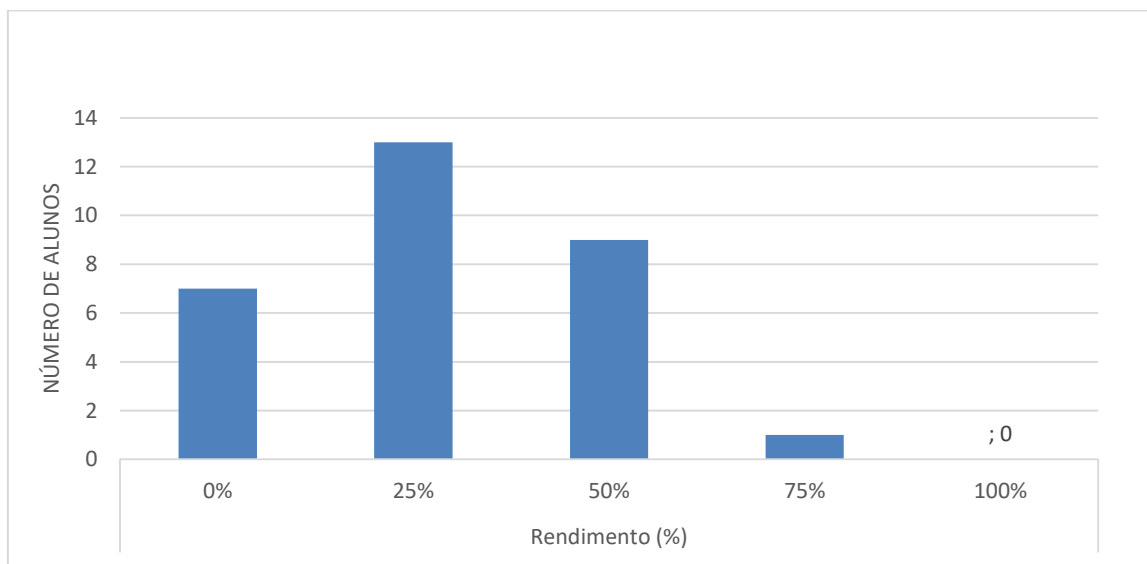
Em resumo, os resultados deste trabalho serão apresentados com base na descrição dos áudios da primeira atividade investigativa, dos relatos de experiência do professor ao realizar todas as sequências didáticas nos mais diversos colégios, e na comparação destes resultados com a avaliação diagnóstica.

5.1 Avaliação diagnóstica

Para essa análise, iremos considerar a avaliação diagnóstica aplicada na escola Bom Pastor, para trinta e dois estudantes, e para isso foi utilizada uma história em quadrinhos intitulada **A Grande Corrida**, além de um questionário contendo quatro perguntas referente

aos conceitos de velocidade e aceleração (descritos no tópico 4.1.1 apresentados no Apêndice A). O gráfico 5.1 estabelece a relação entre o número de alunos e o percentual de acertos do questionário da avaliação diagnóstica.

Gráfico 5.1 – Análise quantitativa do rendimento geral no questionário aplicado a trinta e dois alunos para avaliação diagnóstica.



Fonte: O autor.

Nela podemos notar um baixo rendimento dos estudantes, considerando que apenas um educando obteve um rendimento maior que 50%, o que demonstra pouco domínio prévio da turma sobre os conceitos científicos abordados.

Para uma análise mais detalhada, a Tabela 5.1 mostra características de cada questão, bem como seu conceito abordado, e faz uma análise quantitativa das respostas dos alunos.

Tabela 5.1 – Análise quantitativa do rendimento em cada questão no questionário aplicado a trinta e dois alunos para avaliação diagnóstica

Questão	Tipo	Conceito abordado.	Percentual do número de alunos que acertaram.	Percentual do número de alunos que erraram.
1º	Discursiva	Aceleração	12,5%	87,5%
2º	Objetiva	Velocidade	50%	50%
3º	Objetiva	Velocidade constante	9,4%	90,6%
4º	Objetiva	Aceleração Movimento retardado	34%	66%

Fonte: O autor

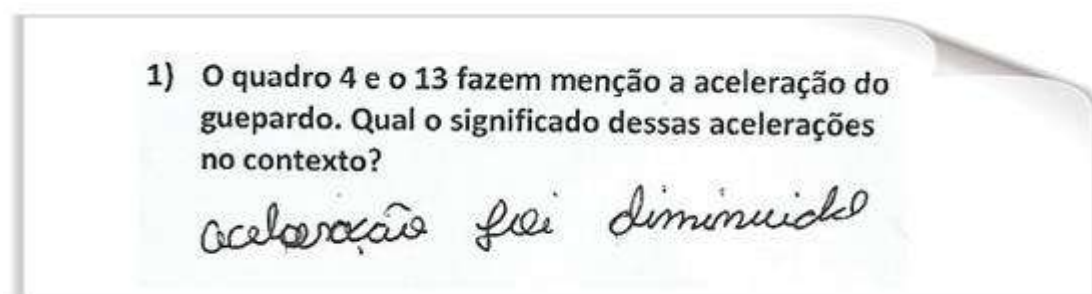
A análise da Tabela 5.1 nos mostra um alto índice de erros por questão, sendo que apenas na segunda questão conseguiu-se alcançar 50% de acertos, as demais questões tendo sido obtidos valores muito abaixo deste percentual.

Ainda com base na avaliação diagnóstica, bem como na percepção do facilitador durante a realização das atividades nas diversas escolas, e na análise dos áudios gravados no momento da realização da SEI, pôde-se perceber que a maioria dos alunos possuía uma noção intuitiva de rapidez, no entanto quando estimulados a descreverem o conceito de velocidade através das atividades, a grande maioria relacionava velocidade somente com o tempo. Portanto, construir o conceito de velocidade a partir do conceito de rapidez parece um bom ponto de partida.

Com relação ao conceito de aceleração, percebeu-se que inicialmente poucos educandos sabiam relacionar a aceleração com a mudança de velocidade. No entanto, alguns educandos conseguiram relacioná-la com o aumento de velocidade, fazendo referência ao pedal do acelerador de um carro. Porém, principalmente para as turmas de sexto ano, aceleração e velocidade eram indistinguíveis. Entendemos esse resultado como o que Carvalho descreve como sendo linguagem coloquial.

Abaixo são mostradas algumas respostas do questionário da avaliação diagnóstica. Ao analisar a história em quadrinhos utilizada como base para responder o questionário, percebe-se claramente a diminuição da velocidade do guepardo e não a diminuição da aceleração, como descreve o aluno na Figura 5.2.

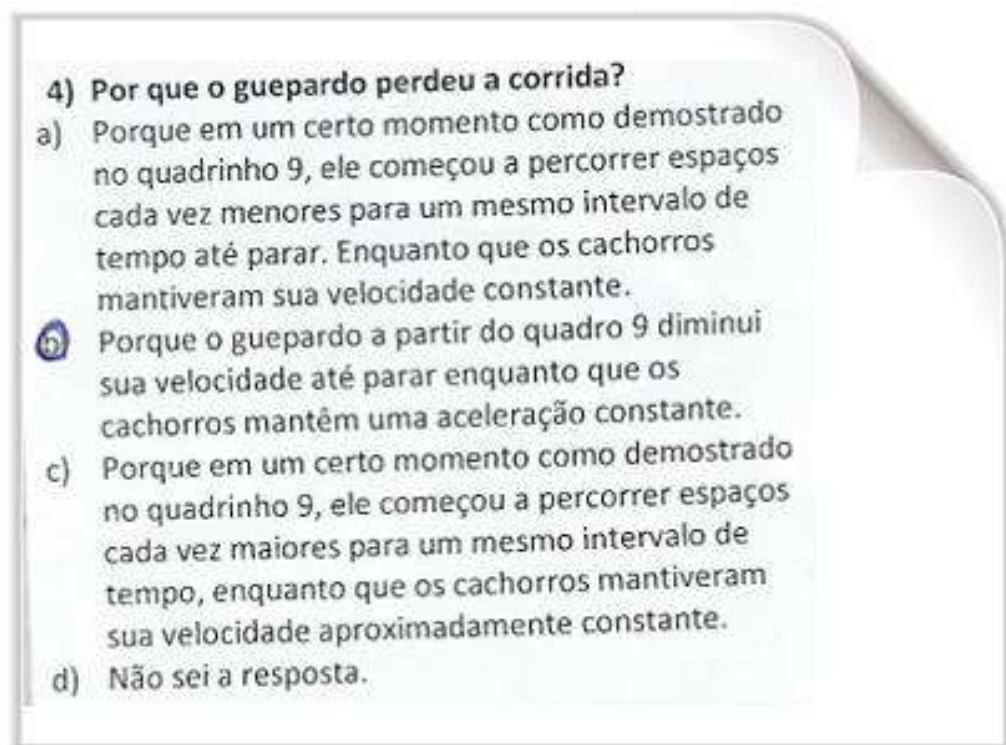
Figura 5.2 – Primeira questão do questionário da avaliação diagnóstica resolvida por um educando.



Fonte: O autor.

A Figura 5.3 mostra uma resposta objetiva dada por um educando ao responder a quarta questão do questionário diagnóstico. Nela podemos perceber que o educando marca a alternativa B, afirmando que os cachorros mantiveram uma aceleração constante. No entanto o que foi mantido constante nos cachorros foi a velocidade como descrito na alternativa A.

Figura 5.3 – Resposta dada por um aluno ao responder a quarta questão da avaliação diagnóstica.



Fonte: O autor.

O comportamento apresentado acima foi percebido em todas as escolas analisadas, seja através da avaliação diagnóstica ou pela observação do professor em sala de aula, ou seja, que a grande maioria dos educandos não possuía uma linguagem científica de velocidade e aceleração. No entanto, possuíam conhecimentos prévios que poderiam ser utilizados para a construção de uma linguagem científica, como por exemplo, a ideia de rapidez para a construção do conceito de velocidade, ou ainda possuíam conhecimentos prévios que precisam ser desconstruídos para só então serem construídos os conhecimentos científicos, como a ideia de aceleração indicar somente o aumento de velocidade devido a assimilação com o acelerador do carro.

5.2 Análise da SEI

Para a análise da primeira atividade, foram utilizados trechos do diálogo transcritos (a transcrição do áudio completo foi disponibilizada no apêndice B).

Para facilitar o entendimento do diálogo transcrito, utilizou-se a simbologia:

ALUNOS: **A1, A2, A3, A4, A5, A6;**

ALUNO NÃO IDENTIFICADO: **A**;
NARRADOR: **N**;
PROFESSOR FACILITADOR: **P**;
GRUPO: **G1**;
TURMA: **T**;
DIALOGO NÃO AUDÍVEL: **XXX**.

Um ponto a se observar na aplicação desta SEI, é que as duas turmas de sexto ano demonstraram maior desempenho com a atividade (perguntaram mais, discutiram mais e questionaram mais) quando comparadas às turmas de sétimo e oitavo ano. Contudo, todas as turmas mostraram-se participativas. Uma possível justificativa é que com o passar do tempo, inseridas em uma pedagogia tradicional onde não é permitido o erro, e somente o professor é detentor do conhecimento, ao invés de serem estimulados a terem senso crítico, os educandos são inibidos, e cada vez mais se tornam “engessados”, com menos iniciativa e capacidade de resolver problemas.

5.2.1 Análise da primeira atividade segundo a estrutura argumentativa de Toulmin.

De acordo com o tópico 3.3.1, uma estrutura argumentativa básica segundo Toulmin é formada por D (dados), J (justificativa) e C (conclusão). Podemos ainda encontrar estruturas mais complexas complementadas por um Q (qualificador modal), um R (refutação) ou um B (*becking*).

No entanto, não temos a intenção de fazer uma análise aprofundada da argumentação dos estudantes segundo Toulmin. Nossa proposta consiste apenas em perceber indícios de uma estrutura argumentativa dentro do diálogo dos educandos, com o objetivo de constatar se a sequência didática trabalhada em sala de aula pode ou não contribuir para um processo argumentativo.

A ideia central desta primeira parte da SEI, descrita do tópico 4.1.3, é fazer com que os educandos discutam o conceito de velocidade através de um experimento com duas bolinhas simulando carrinhos com velocidades distintas, contidas em tubos com água.

A situação problema dada à turma pelo professor foi: *qual dos carrinhos é o mais rápido?* E depois de certo tempo uma segunda pergunta: *como você prova suas respostas?*

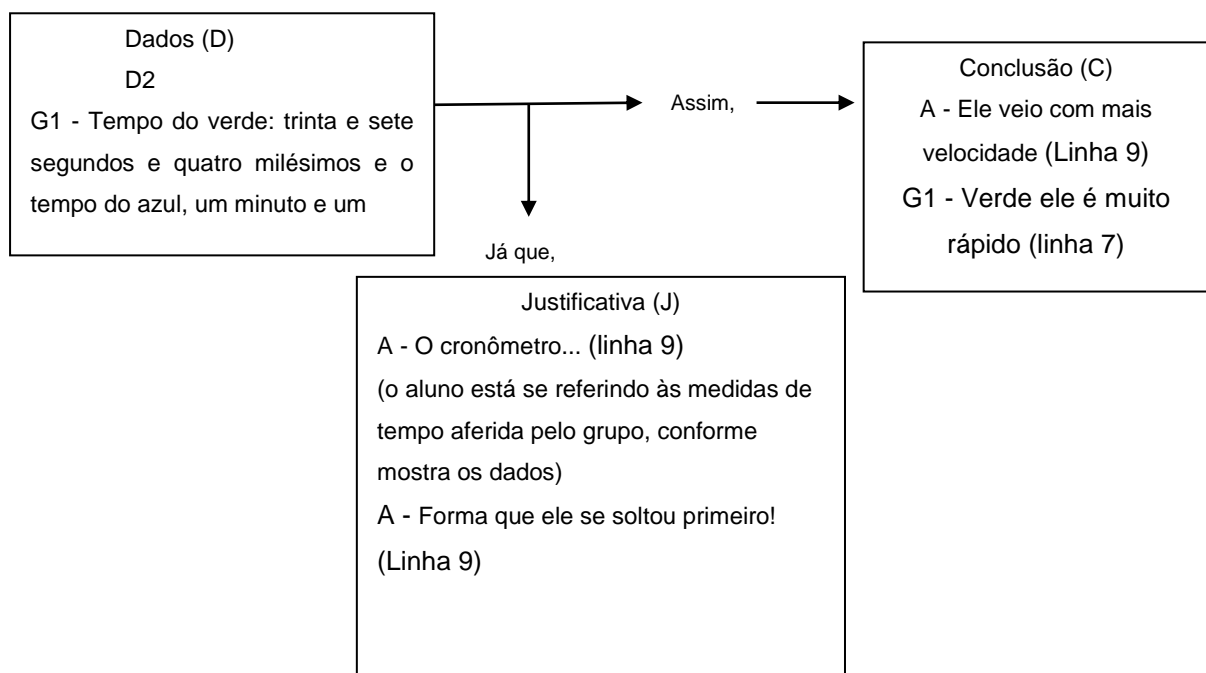
Um fato interessante ao aplicarmos essa atividade para o grupo G1 na escola Bom Pastor, foi quando os materiais do experimento foram entregues por um certo tempo, sem

qualquer intervenção do professor, somente a observação. Quando o professor facilitador perguntou para o grupo G1 o que eles estavam fazendo, eles já haviam verificado o tempo de percurso de cada carrinho e identificado qual era o mais rápido mesmo antes da situação problema ser lançada.

A Figura 5.4 mostra a estrutura argumentativa segundo Toulmin retirada das transcrições dos áudios do grupo “G1”. Nesta estrutura, podemos perceber a descrição dos dados “D”, que foram aferidos com a utilização dos materiais entregues ao grupo, o que direcionou os educandos para conclusão “C” de que o verde é muito rápido e tem maior velocidade. A justificativa “J” para essa conclusão, segundo o educando “A”, está no cronômetro, referindo-se às medidas de tempo do percurso das bolinhas ao percorrerem uma mesma distância.

Outra justificativa, embora errônea, mas dada pelo educando como podemos ver na linha 9, é que o verde é mais rápido por se soltar primeiro.

Figura 5.4 –Estrutura argumentativa de Toulmin retirada do diálogo do grupo G1, na turma de sexto ano.



Fonte: O autor.

Um segundo exemplo de argumentação retirado ainda do diálogo transcrito da primeira atividade é apresentado na Figura 5.5. Percebe-se que a estrutura argumentativa

básica é muito próxima da mostrada na Figura 5.4, diferindo apenas em uma permutação entre justificativa e conclusão.

Um ponto importante a mencionar é que a justificativa dada pelo educando A4 e apoiada pelo seu grupo, de que “o verde tem maior velocidade que o preto” somente porque ele chegou primeiro é válida, porém não é suficiente, uma vez que o educando não argumentou a relação de dependência da velocidade com o espaço e o tempo, considerando que na avaliação diagnóstica deste mesmo grupo foi constatada uma noção intuitiva de rapidez somente relacionada ao tempo.

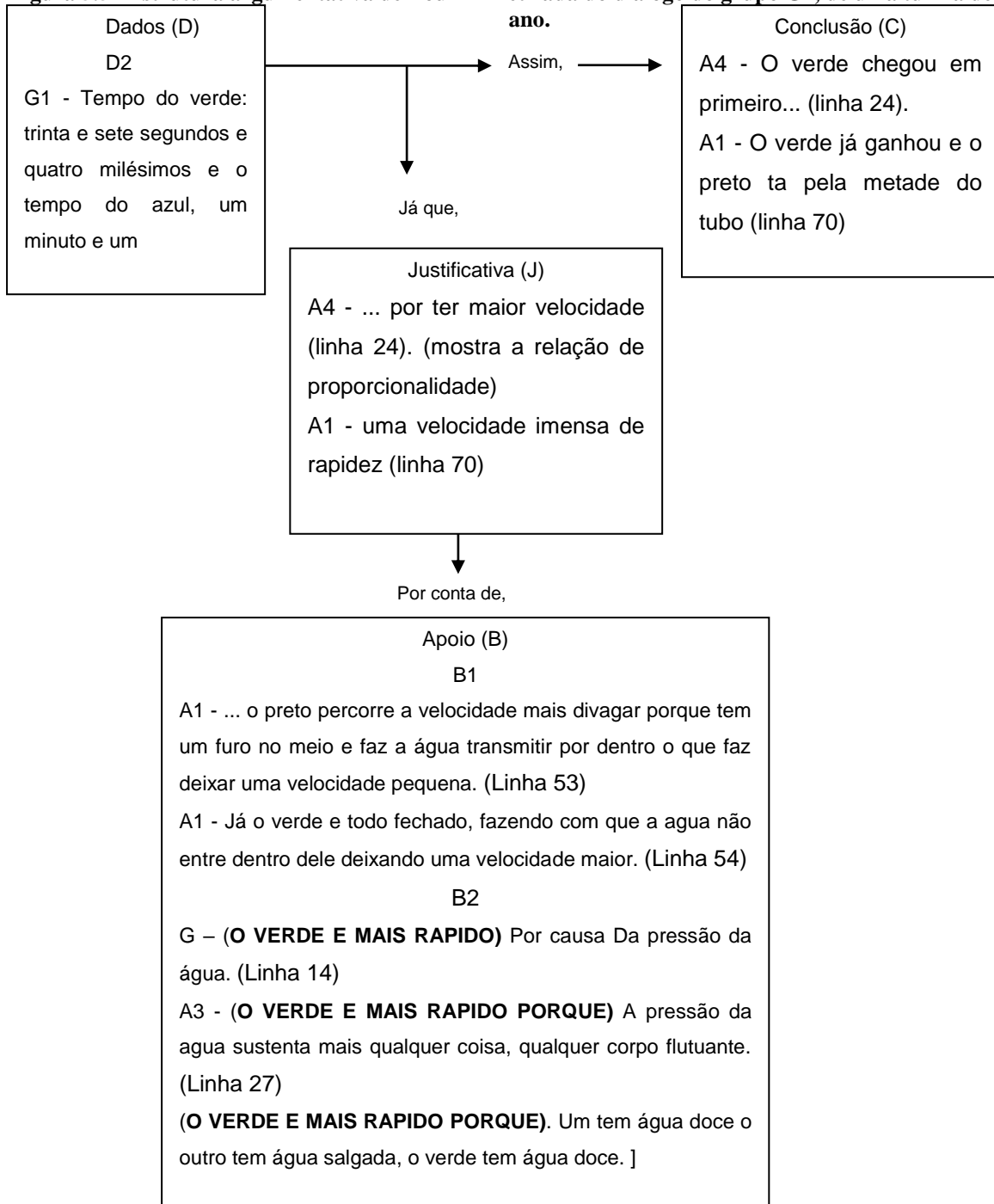
Para dar apoio a esta justificativa não fundamentada, os educandos utilizaram dois *becking* “B”: o primeiro tenta justificar a diferença de velocidade através de um furo encontrado em uma das miçangas; o segundo justifica através da pressão da água, pois ele entende que um tubo tem água doce e o outro, água salgada, e interpreta de forma intuitiva, que por estar submersa em água doce, a bolinha verde tem maior velocidade. Vale ressaltar que o objetivo neste momento da análise dos resultados não é achar a resposta correta, mas sim encontrar argumentação no diálogo do educando.

Muito embora incorreto, podemos notar na resposta do educando a tentativa de um apoio a justificativa da velocidade. No entanto este apoio não está sendo direcionado para a cinemática do problema através da relação entre espaço e tempo, e sim para a dinâmica. Por esse motivo, o professor facilitador afirma para o grupo que os dois corpos estão submersos na mesma água, sob a mesma pressão, e que a diferença das velocidades está na diferença de massa entre os carrinhos (Linha 30 e 31). Dessa forma o facilitador resolve a dinâmica do problema, tirando do foco as causas do movimento e em seguida direcionando os educandos a uma resposta cinemática.

Identificamos como uma dificuldade na aplicação da SEI, o número de educandos por turma em algumas unidades de ensino, o que gerou grupos muito grandes, de sete a oito alunos, dificultando a manipulação dos experimentos por todos, e consequentemente dificultando a participação de todos da equipe. Podemos notar na transcrição do diálogo somente a participação de quatro educandos, A1, A2, A3 e A4 em um grupo de sete. Sugerimos para próximas aplicações, grupos de quatro a cinco educandos.

Em todas as escolas onde a atividade foi aplicada, depois de uma breve observação, facilmente os educandos chegavam à conclusão de qual era o carrinho mais rápido. No entanto, a forma como os experimentos eram manipulados foram as mais variadas possíveis, como os espaços medidos com régua, cordas com nós igualmente espaçados, palitos de churrascos.

Figura 5.5 –Estrutura argumentativa de Toulmin retirada do diálogo do grupo G1, de uma turma de sexto ano.



Fonte: O autor

Obtivemos grupos que mediram com a régua o tamanho do tubo e depois aferiram o tempo que o carrinho levava para fazer o percurso, outros marcaram um espaço de 30

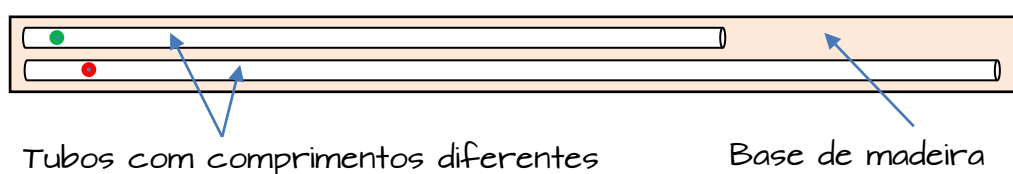
centímetros, o equivalente a uma régua, e depois aferiram o tempo desse percurso. Houve grupos que marcaram o mesmo tempo para os dois carrinhos e verificaram o espaço percorrido por eles, constatando que um percorria maior espaço que o outro.

Com ajuda do professor facilitador a maioria dos educandos justificaram ser o carro mais rápido aquele que percorria o maior espaço para tempos iguais, ou o menor tempo para espaços iguais.

Para discutir a importância do espaço no conceito de velocidade, sugerimos em uma próxima aplicação um experimento da mesma forma com duas bolinhas, no entanto com tubos de comprimentos distintos como mostrado na Figura 5.6.

Agora a resposta de que o verde tem maior velocidade porque chegou primeiro não cabe mais, forçando o educando a observar os espaços.

Figura 5.6 –Modelo de experimento para percepção da relação entre espaço e velocidade.



Fonte: O autor.

Para fazer com que os educandos entendam a dependência da velocidade com o espaço e tempo, o professor facilitador fez à turma a seguinte pergunta: eu viajei por duas horas, eu fui rápido?

Facilmente eles perceberam que algo estava faltando, mas não conseguiam identificar o que faltava. Logo após a resposta dos educandos, uma segunda pergunta foi feita pelo professor: se eu viajo de Belém a Mosqueiro, eu sou rápido? Novamente os educandos perceberam que algo estava faltando, e dessa vez foi identificado pela turma que faltava o tempo. E para concluir, o professor faz a seguinte pergunta: se eu viajei de Belém a Mosqueiro em três horas, eu fui rápido? Não foi difícil a turma perceber que a viagem foi lenta. Dessa forma, verificou-se que a maioria dos educandos possuem uma ideia de rapidez por estar mais relacionada com o tempo de um acontecimento, no entanto a soma maioria, somente possuem uma noção intuitiva e não consciente da dependência da velocidade com o espaço e tempo, como foi identificado na avaliação diagnóstica.

Em suma, esta primeira atividade mostrou-se eficaz para estimular a argumentação dedutiva em sala de aula, nela podemos perceber estruturas argumentativa compostas de dados, justificativa, conclusão e *becking*, que é um apoio a justificativa.

No entanto vale ressaltar que em turmas de grupos com mais de cinco educandos não houve a participação efetiva de todos no trabalho.

Ressaltaremos aqui também a importância do professor facilitador na construção da argumentação dentro de uma sequência de ensino investigativo.

Em diversas aplicações desta atividade, em diversas instituições de ensino, pôde-se perceber que a maioria dos educandos rapidamente chega às conclusões, porém poucas vezes tais conclusões são bem justificadas, ou mesmo justificadas. Portanto, cabe ao professor estimular um caminho entre os dados e a conclusão através de justificativas, que na maioria das vezes constitui o maior esforço do professor na construção do diálogo. Portanto, cabe a ele utilizar-se de perguntas como, “O que vocês estão fazendo só para eu *entender*?” (Linha 2, diálogo da CORRIDA MALUCA), “Então vocês estão vendo qual chega mais rápido, e o que vocês acharam?” (Linha 6, diálogo da CORRIDA MALUCA), “O que prova que ele é mais rápido?” (Linha 8, diálogo da CORRIDA MALUCA), Ou “Vocês concordam com o que A1 está falando?” (Linha 10, diálogo da CORRIDA MALUCA).

Outro artifício utilizado pelo professor é o *feedback* com intuito de retomar as ideias apresentadas pelo educando e direcioná-los em suas argumentações, como podemos perceber na fala do professor no diálogo abaixo, transcrito do grupo dois, “G2” na realização da primeira atividade (corrida maluca):

Ah, então vocês cronometraram, e cronometrando vocês perceberam que ele chegou mais rápido.... Então rapidez está relacionado com o tempo? Porque vocês falaram de cronômetro... Está relacionado com o tempo?

Deixa eu ver se entendi, vocês estão dizendo que isso está relacionado a velocidade, certo? Então vocês estão dizendo que velocidade está relacionada com distância e tempo, é isso?

Dessa forma, o professor pode estimular a construção de uma justificativa, além de utilizar o *feedback* para direcionar a discussão, e sistematizar a argumentações do grupo.

5.2.2 *Análise da primeira atividade segundo os indicadores de alfabetização científica*

Neste tópico apresentamos uma breve análise através de transcrições de áudios e um relato de experiências para verificar se certas habilidades relacionadas a educação científica estão sendo trabalhadas dentro da primeira atividade investigativa. Para isso, utilizamos os indicadores de educação científica propostos por Sasseron e Carvalho (2008).

Utilizamos para análise o grupo G1 de uma turma de sexto ano da escola estadual Bom Pastor.

Foi identificado no diálogo dos educandos elementos familiares a um método científico, como a observação, levantamento de dados, como podemos perceber nas linhas 20 “*Trinta e sete segundos e quatro milésimos*” referente à bolinha verde, e na linha 22 “*Um minuto e onze*, referente a bolinha azul. ” Ou na linha 70 “*o verde já ganhou e o azul está pela metade do tubo*”. Carvalho classifica estes dados como seriação de informação, e estão ligados ao estabelecimento de base para a ação da investigação.

Relacionados à estrutura do pensamento que moldam as afirmações feitas e as falas promulgadas durante as aulas de ciências, foram identificados o raciocínio lógico, ao elaborarem formas variadas de provar qual era a bolinha de maior velocidade, e o raciocínio proporcional, uma vez que os educandos conseguiram, a partir dos dados, e auxílio do professor facilitador, identificar a bolinha verde como a de maior velocidade por ter feito o percurso em menor tempo.

Em algumas aplicações, como foi mencionado anteriormente, a maior velocidade foi percebida quando um dos carrinhos percorreu uma maior distância para um mesmo tempo, mostrando a relação diretamente proporcional da velocidade com o espaço.

Uma terceira classificação dada por Carvalho e Sasseron, está vinculada à procura do entendimento da situação analisada, como o levantamento de hipótese mostrado na linha 25 através de uma pergunta: “*um tubo tem água doce e o outro tem água salgada?*” Ou na linha 34: “*Nesses tubos têm um que tem mais água e outro que tem menos água?* ”

Outro elemento encontrado neste mesmo grupo é a justificativa mostrada nas linhas: 53: “*... o preto percorre a velocidade mais devagar porque têm um furo no meio e faz a água transmitir por dentro, o que faz deixar uma velocidade pequena.* ” e 14: o verde é mais rápido “*por causa da pressão da água.* ”.

Não podemos deixar de mencionar o quanto os educandos se sentiram a vontade para errar, como podemos perceber na Tabela 5.3, referente à transcrição do diálogo do grupo G1 encontrado no apêndice B.

Tabela 5.2 – Trecho do diálogo retirado da primeira atividade com o grupo G1

	A3	Eu achei que nesse nosso brinquedo aqui, um tubo tinha água salgada e o outro tinha água doce.
41	A5	Mas tava errado!
42	A3	Mas eu tava errado, o problema é a massa.

Fonte: O Autor

Portanto, percebe-se que esta atividade estimula certas habilidades importantes para uma futura educação científica, uma vez que na discussão entre os educandos foram encontrados elementos básicos de um método científico como: observação, levantamento de hipótese e justificativa, além do entendimento do erro como parte do processo. Além de que,

ao longo das aplicações, nas diversas unidades de ensino, podemos perceber a discussão entre os membros de cada grupo para elaborar um método de resolução do problema.

5.2.3 Cálculo de velocidade com auxílio do *Google Maps* e análise da aprendizagem dos conceitos referentes à primeira atividade.

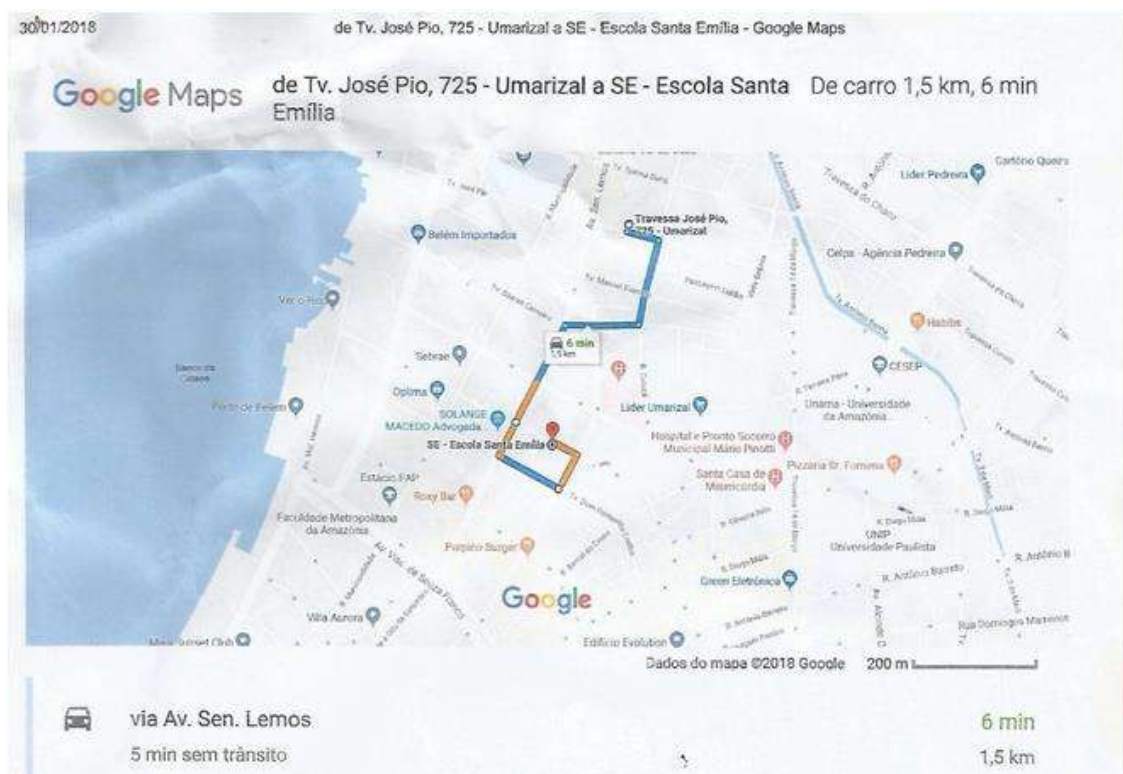
No final da primeira atividade, depois de uma discussão em um grande semicírculo, o professor formalizou o conceito de velocidade, bem como sua proporcionalidade com o espaço e o tempo.

Para as turmas de oitavo ano, por serem turmas regulares do professor facilitador, foi feita uma proposta de atividade para casa envolvendo o *Google Maps*, como descrito no tópico 4.1.4.

As figuras 5.7 e 5.8 mostram respectivamente o percurso traçado pelo *Google Maps* da casa do educando até a escola, e os cálculos de um aluno para a obtenção da velocidade média.

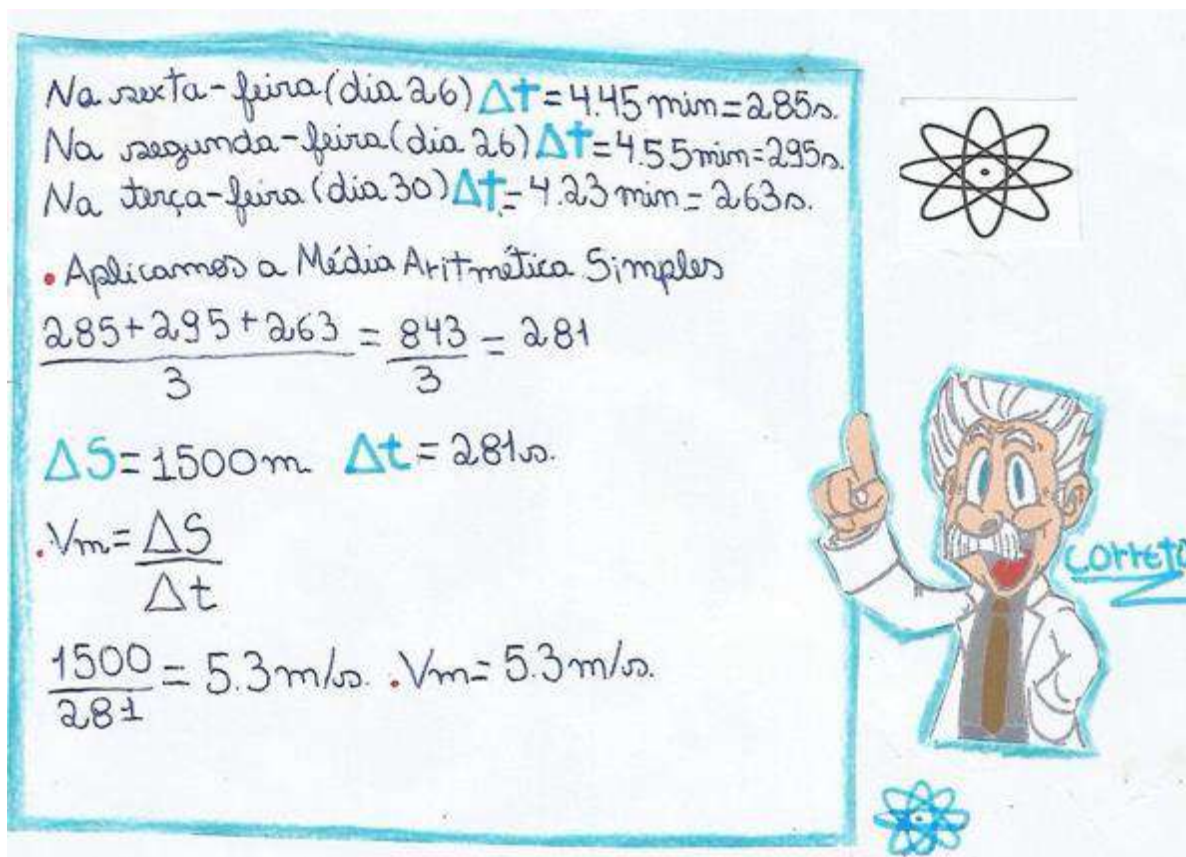
Como podemos notar durante a semana o educando aferiu três vezes o tempo de seu deslocamento para a escola, indicando inclusive os dias de cada medida. O educando teve a preocupação de passar todos os tempos para unidade de segundos, para só então tirar a média aritmética e em seguida calcular a velocidade escalar média do móvel.

Figura 5.7 – Imagem retirada do google maps, da rota da casa de um educando ao colégio.



Fonte: O autor

Figura 5.8 –Cálculo da velocidade escalar média no percurso do educando de sua casa ao colégio.



Fonte: O autor

Embora a Figura 5.8 mostre a preocupação do educando em colocar a velocidade no sistema internacional, obtivemos também como resposta de outros educandos, km/s, km/min e m/min.

Através dessa atividade, os educandos puderam aprender na prática a calcular a velocidade média, o que possibilitou a discussão posterior dos conceitos de velocidade média e velocidade instantânea.

Apesar de não se ter feito o trabalho do *Google Maps* nas turmas de sexto e sétimo ano, não discutindo velocidade média e instantânea, a grande maioria demonstrou entender as variáveis relacionadas a velocidade bem como sua proporcionalidade de forma prática e divertida, o que nos dá indícios de uma aprendizagem significativa ou de uma revolução conceitual.

5.2.4 Análise da segunda da atividade investigativa através de um relato de experiência.

Esta, intitulada “O carrinho e o conta-gotas”, descrita no tópico 4.1.5, é uma demonstração investigativa, onde o professor manipula o experimento estimulando a argumentação da turma. Nela foram utilizados dois carrinhos, cada um com um conta-gotas.

Ao analisar alguns trechos de vídeo na turma de sexto ano da escola João Paulo II, percebeu-se que o professor facilitador começa a atividade perguntando o que é aceleração? Alguns educandos respondem que tem a ver com velocidade.

O facilitador pergunta se aceleração é a mesma coisa que velocidade e alguns educandos respondem que não, mas tem a ver.

No entanto, como previsto na avaliação diagnóstica, ao longo de toda a segunda atividade, nas explicações dos educandos, comumente havia a troca da palavra velocidade por aceleração ou vice e versa.

Ao realizar o experimento, em geral, os educandos de todas as turmas aplicadas, perceberam que um dos carrinhos alterava sua velocidade conforme mudava os espaçamentos das gotas, enquanto que o outro permanecia constante, porém alguns poucos alunos, à primeira vista, tiveram dificuldades de dizer como mudava a distância entre as gotas de acordo com a velocidade.

Um argumento curioso levantado por um grupo de educandos do sexto ano na escola João Paulo II foi de que os espaços estavam aumentando não porque o móvel aumentava sua velocidade, mais sim porque o intervalo do tempo de gotejamento estava aumentando devido a diminuição do volume de água no conta-gotas, o que mostrou uma percepção da relação de proporcionalidade entre espaço e tempo, além de um bom raciocínio lógico. Nesse momento, o professor percebeu que no final do percurso os espaços diminuem porque o carro que aumentava a velocidade agora estava diminuindo até parar, e por isso perguntou: “se o tempo de gotejamento aumentou por está diminuindo o volume de água, porque no final do percurso os espaços entre as gotas diminuiram?” Será que passou a gotejar mais rápido?

Depois de um tempo de discussão o professor facilitador afirma que as gotinhas caem aproximadamente com o mesmo intervalo de tempo.

Percebeu-se também que um dos grupos desta mesma turma se preocupou muito com as medidas, registrando o tempo de queda de cada gota, e o espaçamento entre cada gota na mesa, contudo os dados foram registrados sem o uso de unidade e sem critérios rigorosos para aferição das medidas. Esse mesmo grupo concluiu que ambos os carros estavam com velocidades variadas, uma vez que nem um dos rastros tinha todas as gotinhas igualmente espaçadas.

Um educando do sétimo ano faz a comparação dos carros com a história da avaliação diagnóstica. Uma comparação bastante pertinente, uma vez que os cachorros da historinha estavam com velocidade constante assim como um dos carrinhos do experimento, e o guepardo possuía uma aceleração da mesma forma que o outro carrinho.

A maioria dos educandos em um primeiro momento relacionou a aceleração somente ao aumento de velocidade, coube ao professor no momento da discussão e na sistematização introduzir o conceito de aceleração não só como um aumento de velocidade, mas sim como uma mudança de velocidade uma vez que se trata de um conceito não podendo ser obtido por experimento.

5.2.5 Análise da terceira atividade através de um relato de experiência

Nesta última atividade (“O misterioso rapto do poodle”), descrita no tópico 4.1.6, os estudantes levaram apenas alguns minutos para chegarem a uma conclusão, uma vez que a relação da velocidade do carro com a distância das manchas de óleos na pista havia sido trabalhada anteriormente.

Para criar um gatilho de discussão, relacionando aceleração com mudança de velocidade no relato da senhora, quando o seu poodle foi roubado, foi utilizado a palavra aceleração referenciando o carro diminuindo a velocidade até parar ” ... quando de repente, um carro, em alta velocidade, imprimiu uma aceleração diminuindo sua velocidade bruscamente até parar”, assim como na avaliação diagnóstica, quando o guepardo cansa rapidamente, diminuindo sua velocidade até parar, um observador no quadrinho 13 faz o trocadinho “ realmente o animal de maior aceleração que já vi.

Um aluno, ao tentar explicar a resposta de seu grupo, disse: *“Nós achamos que a resposta correta é o terceiro móvel que tem uma aceleração no início e no final do percurso”* em seguida foi perguntado para o grupo: *como assim aceleração no início e no final do percurso?* A resposta dada pelo grupo era que no início houve uma diminuição de velocidade do carro até parar, e depois do sequestro houve um aumento de velocidade. O grupo havia percebido que na descrição do sequestro foi utilizada a palavra aceleração tanto para o aumento quanto para diminuição de velocidade. Embora os outros grupos não tenham comentado a palavra aceleração descrita no texto, todos chegaram à mesma resposta com ajuda do professor facilitador.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta dissertação foi desenvolvida, aplicada e analisada uma proposta didática que explorou os principais conceitos de cinemática para o ensino fundamental com uma abordagem investigativa o que, segundo a revisão de literatura, até então, não explorado no Pará.

Foi percebido neste trabalho, através de uma avaliação diagnóstica, que a maioria dos educandos só possui uma ideia intuitiva de velocidade e aceleração, que coloquialmente possuíam o mesmo significado.

Através de uma SEI acrescida de uma atividade para casa, esta dissertação buscou contribuir de forma lúdica e divertida para a aprendizagem e construção dos conceitos de velocidade escalar média, velocidade instantânea e aceleração, bem como suas abstrações matemáticas, permitindo assim uma possível revolução conceitual nos estudantes.

Inserido em um currículo implícito, este trabalho pôde explorar também a argumentação em sala de aula, como mostrado pelo modelo argumentativo de Toulmin. Assim, com base nas transcrições dos áudios de um grupo de alunos, pôde-se observar a eficiência do material produzido, ao estimular a passagem dos dados do problema à conclusão através da construção de justificativas. Além disso, houve o estímulo do diálogo entre professor e aluno ou entre aluno e aluno, incentivando o trabalho em grupo, estimulando a capacidade de resolver problemas, a criatividade e o respeito a opiniões diversas.

Outro ponto importante estimulado através desta SEI, também relacionado a um currículo implícito, é a introdução de uma educação científica dentro da sala de aula e na vida do educando. Através da transcrição de áudios referente a aplicação da SEI, foram encontrados diversos indicadores de alfabetização citados por Sasseron e Carvalho, tais como observação, coleta de dados, levantamento de hipótese e elaboração de um plano de trabalho.

Com exceção da atividade com o *Google Maps*, que era um trabalho para casa, e da avaliação diagnóstica, todas as atividades foram realizadas em menos de três horas/aulas, tempo menor do que o esperado para uma gama tão grande de conhecimento dentro de um currículo explícito e implícito. Portanto por meio desta pesquisa foi possível elaborar, aplicar e analisar qualitativamente uma sequência de ensino investigativo que explore os conceitos básicos de cinemática no ensino fundamental maior, e a partir de então produzir um material

de apoio ao professor contendo uma breve fundamentação teórica sobre a abordagem utilizada, bem como a sequência didática produzida e aplicada, com dicas baseadas em experiência ao se realizar a pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, João Baptista de. Evolução do Ensino de Física no Brasil. **Revista de Ensino de Física**, Sociedade Brasileira de Física, v. 1, p. 45-58, 1980.

AUSUBEL, David. P. **A aprendizagem significativa: A Teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BBC News. 6 de dez. 2016, BR. Os segredos de Cingapura, apontado como o país com a melhor educação do mundo. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/internacional-38220311>>. Acesso em: 01 Out. 2018.

BRASIL, Ministério da Educação (MEC/SEED). **Base Nacional Comum Curricular**. Quarta versão - Versão Final. Brasília, 2017. Disponível em <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/bncc-20dez-site.pdf>> . Acesso em: 30 out. 2018.

BRASIL. Lei 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, v. 11, 2015.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Parecer CNE/CEB n. 04/98, de 29 de janeiro de 1998. **Institui as diretrizes curriculares nacionais para o Ensino Fundamental**. *Diário Oficial da União*. Brasília, DF, 30 jan. 1998.

BRASIL. Ministério de Educação. Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional**. Brasília, 1996. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm>. Acesso em: 15 set. 2017.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p.

CAMPOS, B.S. et al . Física para crianças: abordando conceitos físicos a partir de situações-problema. **Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo** , v. 34, n. 1, p. 1402-1, Mar. 2012 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172012000100013&lng=en&nrm=iso>. access on 16 Apr. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11172012000100013>.

CARVALHO, A. M. P. . **Ciências no ensino fundamental**. Cadernos de Pesquisa (Fundação Carlos Chagas) , São Paulo, p. 152-168, 1997.

CARVALHO, A. M. P. ; SANTOS, E. I. ; AZEVEDO, M. C. P. S. ; DATE, M. P. S. ; FUJII, S. R. S. ; NASCIMENTO, V. B. . **Calor e Temperatura - um ensino por investigação**. 1ª. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014. 146p .

CARVALHO, A. M. P.; BARROS, M. A.; GONÇALVES, M. E. R.; REY, R. C.; VANUCCHI, A. I. **Ciências no Ensino Fundamental: o conhecimento físico**. São Paulo: Scipione, 1998.

COSENZA, Ramon; GUERRA, Leonor Bezerra. **Neurociência e educação: como o cérebro aprende**. Porto Alegre: Artmed, 2011, 151 p.

COUTINHO, Maria Tereza da Cunha. **Psicologia da educação: um estudo dos processos psicológicos de desenvolvimento e aprendizagem humanos, voltado para a educação**. Belo Horizonte: Lê, 1992.

FEYNMAN, Richard Phillips. **Deve ser brincadeira, Senhor Feynman!**. Brasília: UNB, 2000. 392p .

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005, 42.^a edição.

GOMIDE, H. A.; LONGHINI, M. D. Concepções de terra de estudantes do ensino fundamental: o que revela uma atividade de ensino envolvendo sombras. **Experiências em**

Ensino de Ciências, v. 8, n.1, p. 145 – 158, 2013. Available from <http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID210/v8_n1_a2013.pdf>. access on 28 Mar. 2018.

LEFRANÇOIS, G. **Teorias da Aprendizagem**. O que a Velha Senhora disse. São Paulo: Cengage Learning, 2008. 504 p.

OCDE. **BRASIL no Pisa 2015: análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros**. São Paulo: Fundação Santillana, 2016. Disponível em: http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2015/pisa2015_completo_final_baixa.pdf . Acesso em: 20 jun. 2017.

PIAGET, Jean. **Inteligência e afetividade**. Buenos Aires: Aique, 2001.

PIAGET, Jean. **Psicologia e epistemologia: Por uma teoria do conhecimento**. Rio de Janeiro: Forense, 1973. pág. 7-16, capítulo 1.

PIAGET, Jean. **Seis estudos de psicologia**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2012. 156p.

SA, Luciana Passos; KASSEBOEHMER, Ana Claudia; QUEIROZ, Salette Linhares. Esquema de argumento de Toulmin como instrumento de ensino: explorando possibilidades. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte)**, Belo Horizonte , v. 16, n. 3, p. 147-170, Dec. 2014 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172014000300147&lng=en&nrm=iso>. access on 20 Mar. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172014160307>.

SASSERON, L. H. **Alfabetização Científica no ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula**. Tese – Faculdade de Educação da USP, São Paulo, 2008.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte)**, Belo Horizonte, v. 17, n. spe, p. 49-67, Nov. 2015. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-

21172015000400049&lng=en&nrm=iso>. Access on 03 Feb. 2018.

<http://dx.doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>.

SASSERON, L. H. e CARVALHO, A. M. P. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciência e Educação (Bauru)**. Bauru, v. 17, n. 1, p. 97-114, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v17n1/07.pdf>>. Acesso em 02 abr., 2017.

SASSERON, L. H. **Interações discursivas e investigação em sala de aula: O papel do professor**. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.) Ensino de Ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013, cap. 3, p. 41-61.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.13, n.3, p.333-352, 2008. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/445/263>>. Acesso em: 25 out. 2017.

SAVIANI, Demerval. Escola e democracia. 40. ed. Campinas: Autores Associados, 2008.

SILVA, S. M.; SERA, H. Investigação sobre atividades experimentais de conhecimento físico nas séries iniciais. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n.3, p. 9-23, 2013. Available from <<https://seer.ufmg.br/index.php/rbpec/article/viewFile/2473/1873>>. access on 28 Mar. 2018.

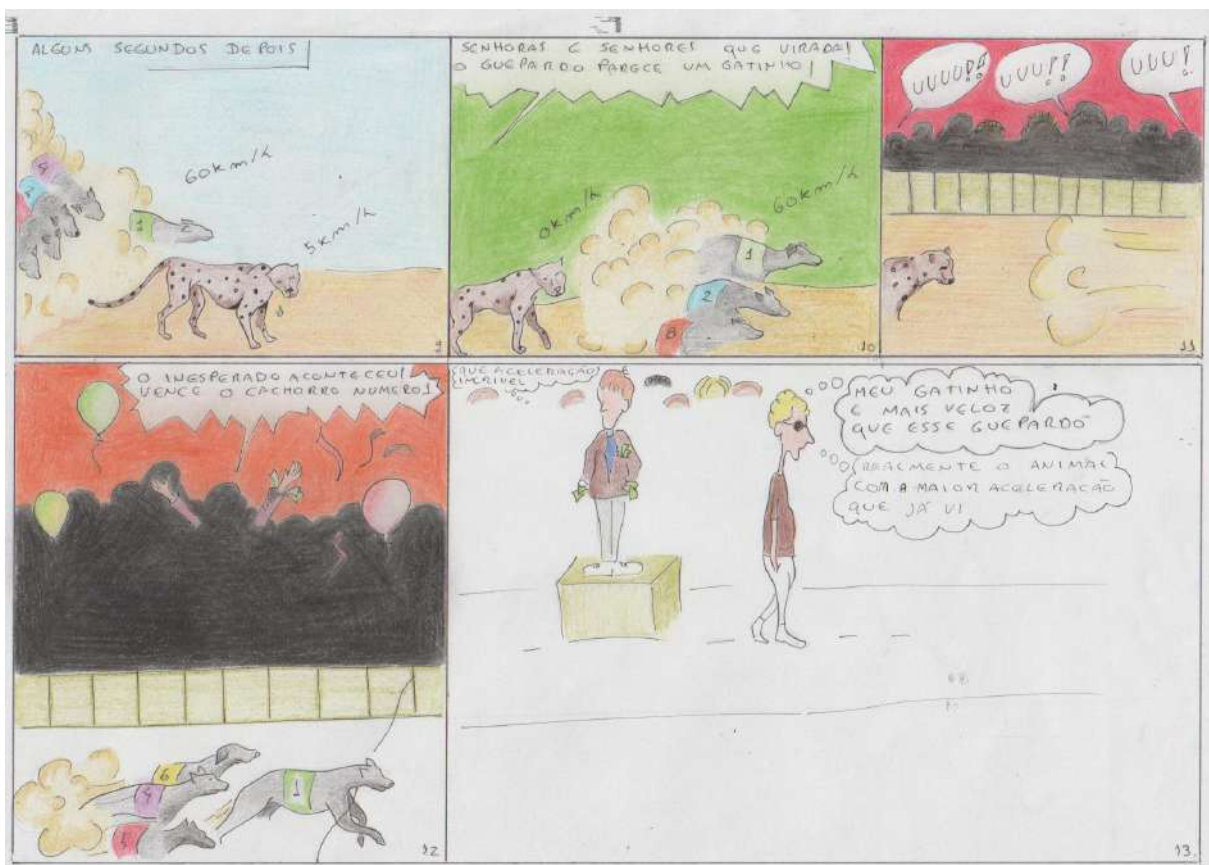
TOULMIN, S.E., **Os Usos do Argumento**, São Paulo: Martins Fontes, 2ª. Edição, 2006.

VIEIRA, Rafael José Pereira. **Ensino de ondas eletromagnéticas no 9º ano do ensino fundamental por meio de uma situação problema**. 2016. 103 p. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física)- Física, Universidade Federal do Pará, Juiz de Fora - MG, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufjf.br/jspui/handle/ufjf/4084>>. Acesso em: 28 mar. 2018.

WILLINGHAM, D. T. **Porque os alunos não gostam da escola?** Respostas da ciência cognitiva para tornar a sala de aula atrativa e efetiva. Porto Alegre: Artmed, 2011.

APÊNDICE A - MATERIAL UTILIZADO PARA AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA.

1- História em quadrinhos para avaliação diagnóstica



2- Questionário de perguntas da avaliação diagnóstica:

1) O quadro 4 e o 13 fazem menção a aceleração do guepardo. Qual o significado dessas acelerações no contexto?

2) Em qual das afirmativas melhor se demonstra a rapidez do guepardo?

- a) O guepardo percorreu uma pista circular de 200m.
- b) O guepardo consegue correr sem cansar durante 20 segundos.
- c) O guepardo consegue percorrer uma estrada de 32m a cada 1 segundo.
- d) Não sei a resposta

3) Nos quadrinhos 7,8,9 e 10 podemos verificar que as velocidades dos cachorros permanecem constante a 60km/h. que conclusões podemos tirar desse fato?

- a) Do quadrinho 7 ao 10, se a distância percorrida pelos cachorros fosse de 60km eles levariam 1h para percorre-la, se fosse de 120km levariam 2h.
- b) Que nesse intervalo de quadrinhos eles já percorreram 60km e levaram 1h para fazer esse percurso.
- c) Que no quadrinho 7 suas acelerações são de 60km/h e permaneceram com essa aceleração sem alterar sua velocidade até o quadrinho 9.
- d) Não sei a resposta.

4) Por que o guepardo perdeu a corrida?

- a) Porque em um certo momento como demonstrado no quadrinho 9, ele começou a percorrer espaços cada vez menores para um mesmo intervalo de tempo até parar. Enquanto que os cachorros mantiveram sua velocidade constante.
- b) Porque o guepardo a partir do quadro 9 diminui sua velocidade até parar enquanto que os cachorros mantêm uma aceleração constante.
- c) Porque em um certo momento como demonstrado no quadrinho 9, ele começou a percorrer espaços cada vez maiores para um mesmo intervalo de tempo, enquanto que os cachorros mantiveram sua velocidade aproximadamente constante.
- d) Não sei a resposta

APÊNDICE B - TRANSCRIÇÃO DO DIÁLOGO DA PRIMEIRA ATIVIDADE.

Transcrição do diálogo da primeira atividade aplicada na escala BOM PASTOR para um grupo de sete educandos de uma turma de 6º ano.

Transcrição do diálogo em um pequeno grupo da 1ª atividade a corrida maluca		
Linhas	Participantes do diálogo	Diálogo
1	N	O facilitador entregou para a equipe um quite contendo régua, palito de churrasco, barbante com nós igualmente espaçados, cronometro e o experimento da corrida, e sem dar qualquer direcionamento observa a reação da equipe por alguns minutos.
2	N	Depois de alguns minutos.
3	P	O que vocês estão fazendo só para eu <i>entender</i> ?
4	A1	A gente está vendo qual chega mais rápido
5	A2	Dos carros de corrida
6	P	Então vocês estão vendo qual chega mais rápido, e que vocês acharam?
7	G1	O verde ele é muito rápido (conclusão)
8	P	Legal, e como vocês sabem? O que prova que ele é mais rápido?
9	A	O cronômetro e também a forma que ele se soltou primeiro! (justificativa) Ele veio com mais velocidade! (conclusão)
10	P	Vocês concordam com o que A1 está falando?
11	G1	Sim
12	P	Então o que tem mais velocidade e o?
13	G1	Verde
14	G	XX Provavelmente a resposta do educando referisse a pressão da água.
15	N	Depois de alguns minutos de discussão.
16	P	Por causa Da pressão da água é! Entendi (apoio)
17	P	E vocês utilizaram o cronometro para que?
18	A1	Para verificar quem chega primeiro

Continua

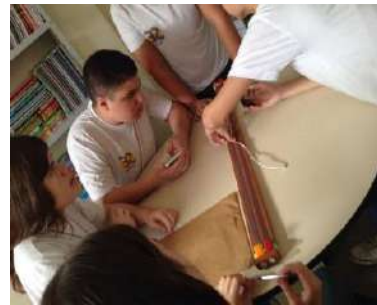
Continuação

Transcrição do diálogo em um pequeno grupo da 1ª atividade a corrida maluca		
Linhas	Participantes do diálogo	Diálogo
19	P	Quanto tempo levou o verde?
20	A1	Trinta e sete segundos e quatro milésimo
21	P	E o azul?
22	G	Um minuto e onze.
23	A	Tipo a corrida do guepardo e dos cachorros.
24	A4	O verde chegou em primeiro (CONCLUSAO) por ter maior velocidade.
25	A3	Os canos que tem o nosso experimento um tem água doce o outro tem água salgada?
26	P	E o que aconteceria se tivesse água doce em um cano e água salgada em outro?
27	A3	A pressão da água sustenta mais qualquer coisa, qualquer corpo flutuante.
28	P	Então qual seria o mais rápido.
29	A3	Seria o verde o da água doce. (apoio)
30	P	Aqui os dois tubos possuem água doce. (professor qualificou)
31	P	Só que as massas das bolinhas são diferentes.
32	N	O facilitador tenta direcioná-los para a cinemática do problema.
33	P	Como vocês provam que um é mais rápido do que o outro utilizando os materiais entregues?
34	A1	Nesses tubos tem um que tem mais água e outro que tem menos água?
35	P	Não, eles têm a mesma quantidade.
36	P	A diferença está em que?
37	A3	Na massa.
38	N	Nesse momento o professor facilitador se ausenta do grupo para dar suporte a outros grupos, no entanto a discussão continua somente entre os membros.
39	A1	A3 tu vais querer escrever ou eu escrevo?
40	A3	Não, tu escreves, deixa que eu falo. Eu achei que nesse nosso brinquedo aqui, um tubo tinha água salgada e o outro tinha água doce.
41	A5	Mas tava errado!
42	A3	Mas eu tava errado, o problema e a massa.
43	A1	E só isso que ele acha ou alguém acha mais alguma coisa, porque eu vou escrever!
44	A1	Agora eu vou falar do tempo que nós achamos, e que depende muito do tempo.
45	A3	A maioria que tem depende do tempo, o resto e só de distância
46	A3	Como uma pessoa demorou duas horas para chegar numa cidade, depende da distância!
47	A3	Do tempo.
48	A4	Eu vou daqui a te Marituba, eu fui rápido
49	A3	Só porque não diz ne o tempo ne?
50	A4	O ônibus demora mais que o carro

Transcrição do dialogo em um pequeno grupo da 1° atividade a corrida maluca		
Linhas	Participantes do dialogo	Dialogo
51	A3	No transito ne!
52	A1	Nós achamos, todo mundo achamos que depende muito do tempo, da velocidade de cada um carrinho.
53	A1	Nós achamos, todo mundo achamos que o preto percorre a velocidade mais divagar porque tem um furo no meio e faz a água transmitir por dentro o que faz deixar uma velocidade pequena.
54	A1	velocidade mais divagar porque tem um furo no meio e faz a água transmitir por dentro o que faz deixar uma velocidade pequena.
55	T	Já o verde e todo fechado, fazendo com que a agua não entre dentro dele deixando uma velocidade maior. (apoio)
56	A3	xx
57	P	Qual e o que chega primeiro em cada no
58	P	A então tu esta dizendo que uma forma de verificar e vendo quel chega primeiro em cada nó?
59	A1	É pode ser, testem isso!
60	P	E mais no caso vai ter que ficar assim aqui e alguém vai ter que virar com eu segurando
61	P	Esse e um método! Eu posso ate dar uma sugestão, não começa a marcar o tempo daqui da ponta, porque na hora que começar a virar ela vai descer.
62	A1	Dai na hora que tu virar tu esperas chegar na quele ponto para apertar o cronometro.
63	A	E pode ser! Ta bom
64	A	Vai umbora! Vira
65	A3	Um dois três e:
66	A1	O tem um outro jeito, tem um outro jeito com a régua
67	A1	E com a régua tá bom.
68	A	Vamos virar, vai
69	A3	Que rugam os tambores
70	A1	O verde ta chegando primeiro

APÊNDICE C - FOTOS DAS APLICAÇÕES DA SEI.

Escola Santa Emília



Colégio João Paulo II



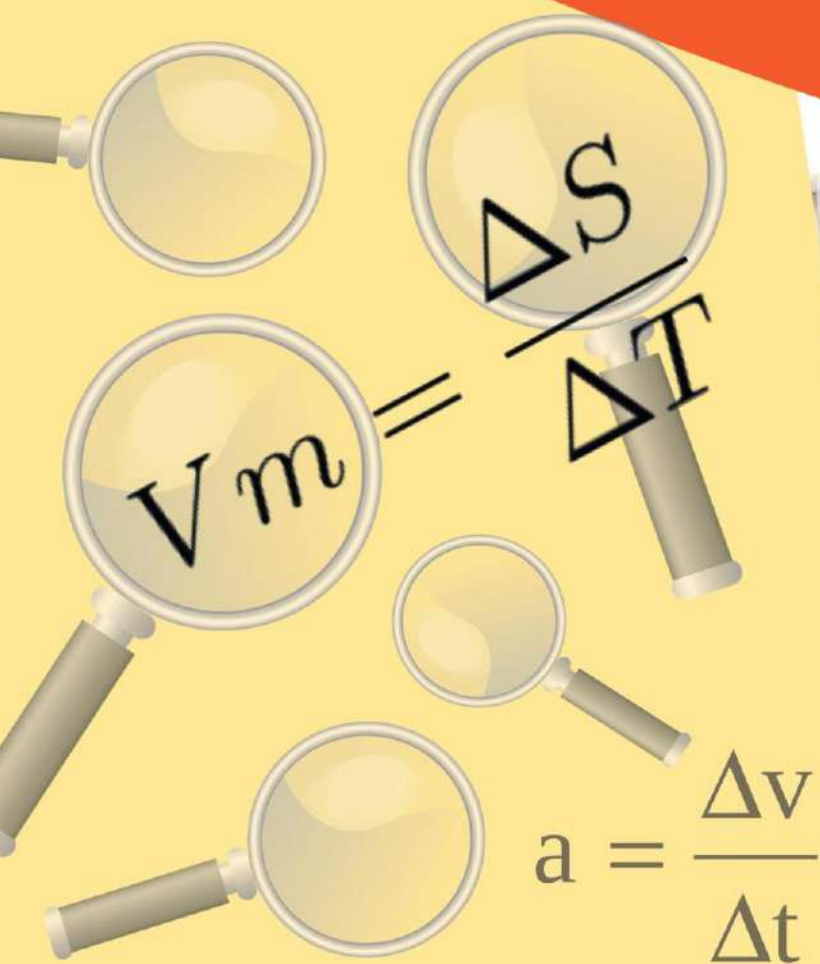
Colégio Bom Pastor



APÊNDICE D - PRODUTO EDUCACIONAL.

Uma abordagem investigativa de

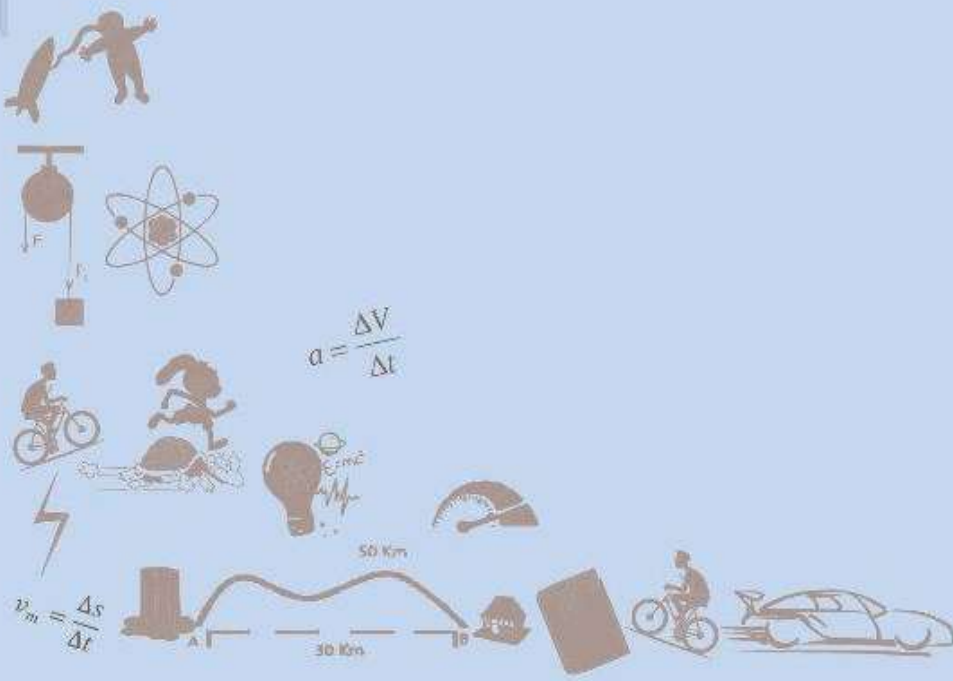
CINEMÁTICA



Gilson Soares Borges

Silvana Perez

Penn Lee



Uma abordagem investigativa de cinemática



Ao professor

Este produto baseia-se em uma pesquisa aprofundada do ensino investigativo realizada durante o curso de mestrado nacional profissional de ensino de física, e na experiência prática do professor ao aplicar sequências de ensino investigativo, abordando a cinemática de uma forma construtivista, em cinco turmas do fundamental maior, em diversas instituições de ensino. (VER REFERENCIA BIBLIOGRAFICA, PAG 24)

Portanto trata-se de um produto perfeitamente aplicável em turmas regulares de ensino, em um curto período de tempo se comparado a gama de aprendizado oferecido pela aplicação.

E foi pensando nesse aprendizado diferenciado, dentro da sala de aula, que este material foi feito de forma a oferecer a você professor, uma abordagem investigativa que valorize o diálogo, estimule o senso crítico do educando, explorando elementos de um método científico, além de conceitos cinemáticos como espaço percorrido, deslocamento, velocidade escalar média, velocidade instantânea e aceleração.

Uma abordagem investigativa de cinemática



SUMARIO

Cinemática na prática, por quê?	5
Educação científica desde criança, por quê?	6
O que é uma sequência de ensino investigativo (SEI)?	8
Qual o papel do professor facilitador?	9
Sequência de ensino investigativo	11
Tutorial da SEI para aprendizagem de cinemática de	13
1ª atividade investigativa A corrida maluca	14
Uma atividade com o Google Maps	15
2ª atividade investigativa Gotas na estrada	16
3ª atividade investigativa O estranho rapto do poodle	17
Como montar o aparato do experimento?	19
Montagem do aparato experimental da 1ª atividade investigativa	20
Montagem do aparato Da 2ª atividade investigativa	21
Montagem do aparato Da 3ª atividade investigativa	23
Boletim de ocorrência da 3ª atividade	24
Referências	25

Cinemática na prática, por quê?



CINEMATICA - BY GILSONBORGES

WWW.TOONDOO.COM



"Toda educação deve levar a libertação aquele que se educa. Caso contrário, o sujeito educado, já atrofiado pelos vários condicionantes históricos e circunstanciais, ficará petrificado no seu ato de manifestar-se coibindo assim sua existência." (ALMEIDA, 1980)

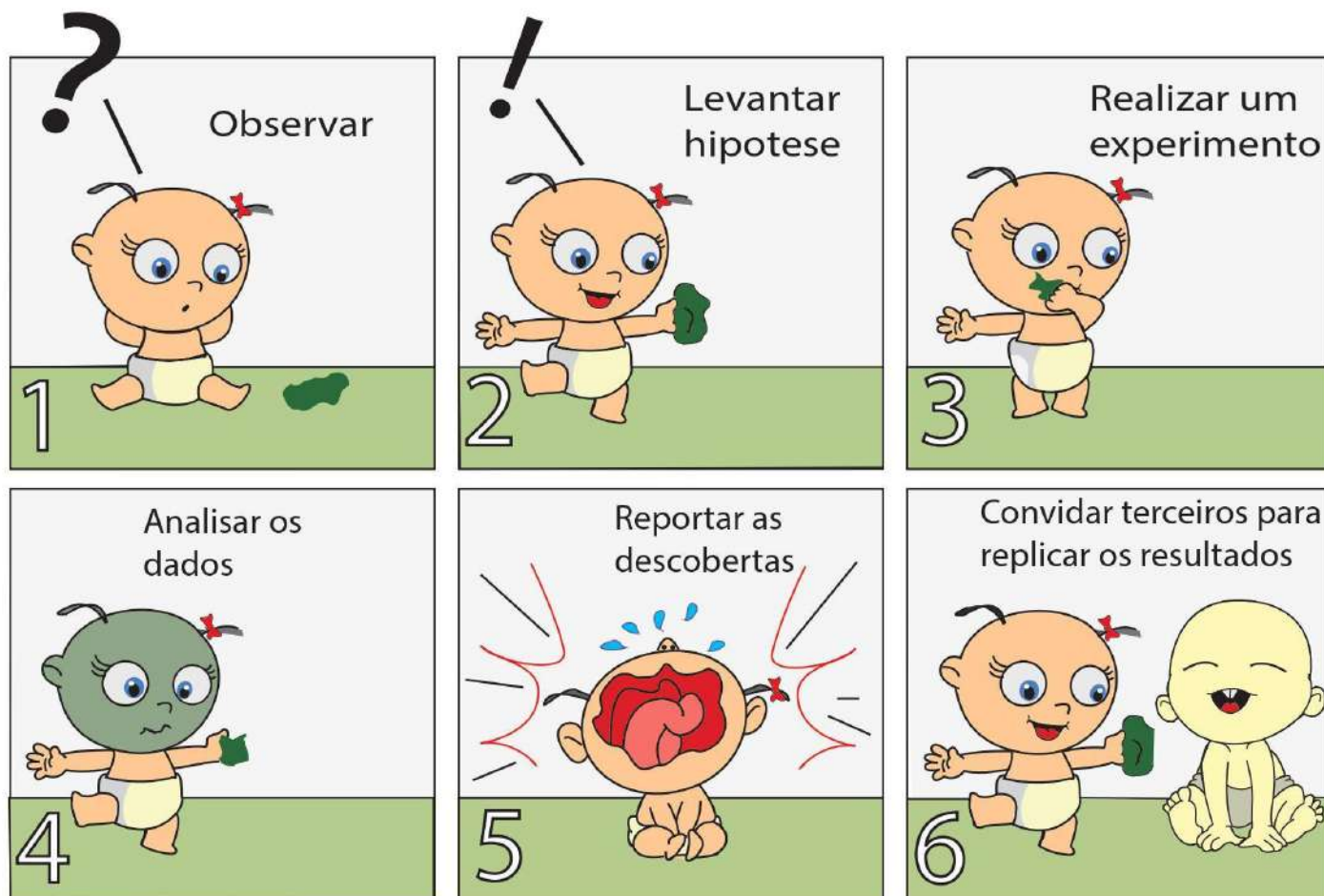
O texto acima nos faz refletir sobre o processo de ensino e aprendizagem, o que nos deixa a pergunta feita por diversas vezes por nossos próprios alunos: Para que serve o que estamos ensinando? Como pode ser aplicado na prática do dia-a-dia? Confesso que preciso me esforçar para responder, se considerarmos a forma tradicional como o ensino vem sendo trabalhado no Brasil.

Um pouco antes de me formar, quando fiz estágio obrigatório em um colégio público, um aluno fez a seguinte observação: professor eu gosto muito de física! É igual a matemática, não é? Como era início do ano letivo o professor da turma estava trabalhando cinemática, e suas aulas se limitavam em substituir valores em funções de movimento, sem nenhuma experimentação, com o mínimo de conceitos ou utilidade prática. Como aquilo poderia ser interessante para o educando? Me perguntei! Esta realidade não é diferente da maioria das instituições de ensino, mesmo em assuntos tão fáceis de serem experienciados na prática, como a cinemática, por exemplo.

De um simples passarinho voando, ao ser humano, e tudo o que existe na terra, ou mesmo o sol as outras estrelas, os planetas, todos estão em constante movimento. Portanto, entender o movimento dos corpos através da cinemática é de fundamental importância. Se eu sei a distância de minha casa até um determinado lugar e as horas que levo para chegar lá, posso estipular o horário de minha partida, e em poucos segundos calcular a velocidade com que devo manter a maior parte do percurso para chegar no horário desejado, considerando uma boa margem de erro.

Isso sem falarmos da importância dos conceitos de referencial, espaço e tempo trabalhados na cinemática, que são fundamentais para o entendimento de toda a física. Portanto estudar cinemática de forma significativa não só é importante para motivarmos nossos alunos a estudarem algo presente no dia-a-dia, quanto para todo o entendimento da física.

Educação científica desde criança, por quê?



Fonte: Nerdybaby.com, ilustração adaptada pelo autor.

A figura acima mostra elementos básicos de um método científico encontrados em todos os bebês. Embora o método científico não seja inato, quem nunca viu um neném jogando um objeto no chão, e quando a mãe o entrega em suas mãos novamente, ele torna a jogar para testar a reação da mãe por exemplo, isso sem falar na curiosidade de um bebê para conhecer coisas novas. Tenho uma filha de 11 meses que tenta mexer em tudo que vê, na maioria das vezes para provar. E desde que aprendeu a engatinhar faz de tudo para entrar no banheiro da casa, porque por ela ainda não foi explorado. Uma vez de madrugada brincando com minha filha na sala, por estar muito cansado, cochilei por alguns segundos, e quando me dei conta, lá estava a Livia no dito banheiro, com uma esponja na mão e o sorriso de quem havia cravado uma bandeira na lua.

É fato que a curiosidade, a ousadia de explorar um mundo novo sem medo de errar são características valiosas para a ciência. No entanto, com o passar do tempo, a própria escola se encarrega de inibir tais características com uma educação engessada, onde o educando precisa ter medo do erro, tornando-se na maioria das vezes repetidores de ideias, deixando sua curiosidade para fora da escola.

Certa vez, a babá de minha filha, repreendeu minha esposa por espremer a frauda que havia acabado de ser lavada, porque, segundo ela daria cólica no bebê. Eu não conseguia entender qual a relação lógica de sua afirmação, isso porque não havia absolutamente nenhuma! Era apenas uma superstição passada por gerações.

Educação científica desde criança, por quê?



Por tanto, trazer a educação científica para uma criança não só potencializará sua curiosidade, sua busca por conhecimento, como também lhes ajuda a fazer escolhas lógicas e racionais durante toda a sua vida, desde a escolha de um brinquedo, um relacionamento na adolescência, até mesmo a escolha de um presidente.

Mas afinal, qual é a idade ideal para que uma criança possa começar a aprender ciências? Será que a educação científica pode fazer parte do currículo escolar desde as séries iniciais? O trecho abaixo descreve parte de uma discussão em grupo entre professora e alunos do primeiro ciclo do ensino fundamental, terceiro ano, na tentativa de resolver um problema físico da variação do alcance de um jato em função da altura de uma coluna de água.

A1: a gente tentou colocar as mãos assim [uma em cima da outra formando um tubo], só que não deu. Ai o A12, ele teve a ideia de levantar o tubo. Aí a gente levantou o tubo e chegou lá

A3: é que tinha haver com o nível de água do tubo maior... (Carvalho 20..., pag. 33)

A6: é *por causa que* (...) se a gente tapar a ponta do tubo a água não vai sair por que não entra ar lá dentro para ela poder sair. Então, se a gente deixar (...) assim aberto, o ar, ele entre e se mistura com a água para ela poder sair do tubo.

A2: o ar, ele se mistura com água e da mais pressão para água sair, porque se tampasse não ia entrar e não ia sair a água, por causa que ela ia estar sem pressão. (CARVALHO 2014, p. 35)

Embora confuso, este diálogo retrata a capacidade de crianças argumentarem, identificarem variáveis como a pressão, altura e a influência do ar, fazendo relações entre elas, e a partir disso, tentar solucionar o problema, como descrito pela criança A1 através da interação com seu grupo. Em suma, podemos observar nesse diálogo, que mesmo em uma turma de crianças do primeiro ciclo do ensino fundamental, a escola pode explorar características valiosas para uma futura educação científica. Contudo, nessa idade a estrutura cognitiva da criança ainda está em grande formação. Nesse sentido surge a necessidade de entender como a criança pensa, como o seu conhecimento se constrói ao longo do tempo, para que ao ensinar ciências, sejam propostos problemas que respeitem suas limitações.

Carvalho em seu artigo “Ciências no ensino fundamental”, afirma que “o ensino de ciências, nessa primeira etapa do ensino fundamental, tem a obrigação de dar o primeiro passo com os alunos na caminhada que os levará dos conceitos espontâneos aos conceitos científicos”. (CARVALHO, 1997, p. 153).



O que é uma sequência de ensino investigativo (SEI)?



O ensino por investigação, muito mais que uma metodologia, trata-se de uma abordagem didática, de aprendizagem ativa, centrada no problema, onde os alunos passam a ter liberdade intelectual ao participarem da construção do conhecimento, e têm como um de seus principais objetivos o alcance da alfabetização científica. Conforme descreve Sasseron (2015):

[...] entendemos que o ensino por investigação extravasa o âmbito de uma metodologia de ensino apropriada apenas a certos conteúdos e temas, podendo ser colocada em prática nas mais distintas aulas, sob as mais diversas formas e para os diferentes conteúdos. (SASSERON, 2015, p.58)

O mais importante nesta abordagem é criar condições para que os alunos pensem, construam, discutam e refutem ideias, na tentativa de resolver um problema. Dessa forma, pensando em um ensino investigativo, Sasseron descreve o que carvalho apresenta como uma (SEI), sequência de ensino investigativo.

Uma sequência de ensino investigativo é o encadeamento de atividades e aulas em que um tema é colocado em investigação e as relações entre esse tema, conceitos, práticas e relações com outras esferas sociais e de conhecimento possam ser trabalhados. (Sasseron, 2015, p. 59):

Portanto uma SEI ou sequência de ensino investigativo é um conjunto de atividades elaboradas de forma organizada e coerente para tratar um tema, buscando o aprendizado através da investigação. Nesta abordagem de ensino o professor lança um desafio ou uma situação problema para ser resolvida pelos educandos que por sua vez, possuem a liberdade para questionar e discutir hipótese com a turma e o professor.

Diferente de uma aula tradicional, nesta abordagem o erro passa a ter um papel importante no processo de ensino e aprendizagem, pois através dele o educando pode ser confrontado e novas discussões podem ser geradas. No entanto para que isso seja feito, o educando, tanto quanto o professor, precisam entender que assim como na vida real, o erro faz parte do processo de aprendizagem e amadurecimento. Logo, o educando precisa estar à vontade para errar descobrir seu próprio caminho e construir seus próprios conhecimentos mediado pelo professor.

Uma analogia para entendermos a importância de uma sequência de ensino investigativo, é quando um motorista em uma grande cidade se dispõe a ir até um endereço desconhecido. Se um carona que conhece perfeitamente o endereço estiver guiando o motorista, o mesmo aprenderá um único caminho. No entanto, se o motorista tiver que procurar o endereço sozinho, por tentativas e erros, ao encontrar o endereço, ele terá aprendido diversos caminhos, o que o fará conhecer melhor a cidade.

Da mesma forma, através de uma SEI, ao propormos a uma turma que descubra o movimento de um carro observando rastro de óleo deixado, com o objetivo de construir o conceito de aceleração. Através de discussões, coleta de dados, levantamento de hipóteses, tentativas e erros, os alunos poderão chegar ao entendimento do conceito de aceleração por diversos caminhos, apenas mediado pelo professor.

Por exemplo, um aluno com liberdade para discutir, poderia questionar: será que o aumento dos espaços entre as gotas de óleo indica um aumento de velocidade ou somente a diminuição do intervalo de tempo do gotejamento? O que daria margem para uma nova discussão, diferente de uma aula tradicional onde o professor apresenta diretamente o conceito de aceleração, trazendo um único aprendizado.

Portanto ao final de uma SEI além do conceito de aceleração, os educandos aprenderão a resolver problemas, trabalhar em grupo, respeitar a opiniões diversas, além de serem introduzidos a uma educação científica.

Qual o papel do professor facilitador?



Esta abordagem de ensino construtivista parte da ideia de que o educando não é uma tábula rasa, e o professor não é o detentor do conhecimento. Portanto a construção do conhecimento se dá através da relação entre professor e educando. Nesse sentido, diferente de uma aula tradicional, o professor dito facilitador deve motivar e direcionar o educando para a construção de seu próprio conhecimento. Portanto o professor facilitador não deve dar de forma direta a resposta aos educandos, mas sim instiga-los a encontrarem seus próprios resultados em um ambiente controlado.

Nesta abordagem, o professor atua como um mediador do processo de aprendizagem, lançando para turma uma situação problema motivadora e formadora de diálogo, que pode ser dada, por exemplo, por meio de um texto histórico, uma demonstração, um aparato tecnológico, uma questão, um problema aberto, como descreve Ana Maria de Carvalho em seu livro "Calor e Temperatura" (CARVALHO, 2014).

Uma forma de abordar o educando diante da situação problema de uma SEI, é explorar os diferentes pontos de vista no problema, inclusive erros, é fazer perguntas que venham confrontar suas respostas, os direcionando. Como por exemplo: o que vocês estão fazendo? Vocês concordam com a resposta da colega? Por que? Se eu aumentar a distância ele chegará em mais ou menos tempo? Se ele fez o percurso em menos tempo, ele foi mais veloz? Ah! Então vocês estão dizendo que velocidade está relacionada com o tempo, é isso? Mas é somente com o tempo?

Lembre-se também que não existe uma única resposta para uma pergunta, portanto não reпреnda uma resposta só porque não é aquela esperada.

Uma outra estratégia que pode ser utilizada pelo professor é o uso do feedback para autorreflexão do educando, pequenas informações ou reflexões do percurso tomado pelo educando que o retire de um caminho que conduza a um aprendizado incorreto, o fazendo ganhar tempo, considerando que em sala de aula precisamos cumprir horário.

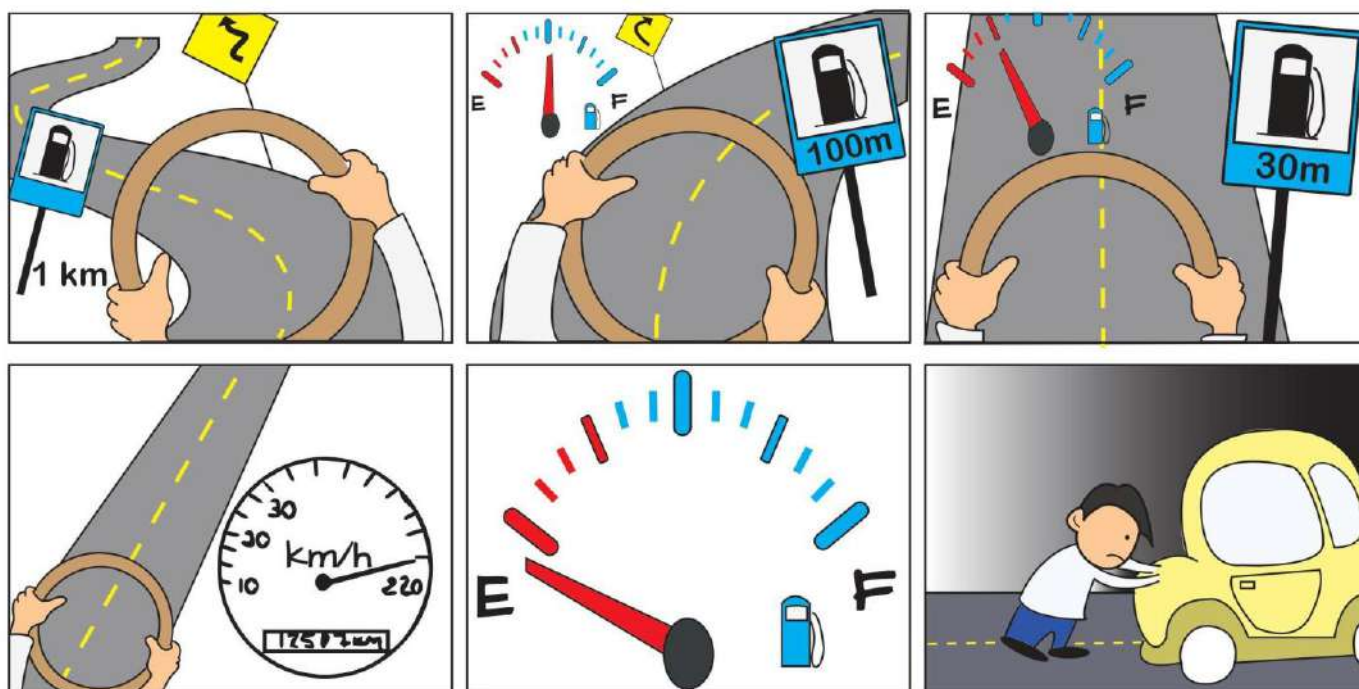
Certa vez, em uma das aplicações da primeira SEI deste trabalho, a corrida maluca (ver pág. 9) um grupo de alunos lançaram a teoria de que uma das bolinhas estava afundando em água salgada e a outra em água doce, uma tentativa de justificar a diferença de velocidade das bolinhas com a dinâmica do problema. Como o objetivo desta SEI é construir o conceito de velocidade, e não era possível o educando

Qual o papel do professor facilitador?



Provar naquele momento se a água contida no recipiente fechado era salgada ou doce, o professor utiliza-se de um feedback afirmando que em ambos os recipientes continham água doce, lembrando o grupo que o objetivo era provar qual tinha maior velocidade utilizando-se dos materiais entregues no envelope, como régua, cronômetro, ampulheta dentre outros instrumentos de medida de espaço e tempo. Em seguida o professor fez a seguinte pergunta: se eu viajo durante meia hora eu fui rápido? E se eu viajo de Belém para a praia de madura eu fui rápido? Dessa forma, utilizando-se de feedback, o professor retira o foco da dinâmica do problema e direciona o educando para a cinemática, que era o principal objetivo da atividade.

A imagem abaixo ilustra um motorista sendo direcionado por feedbacks ao tentar fazer uma viagem.



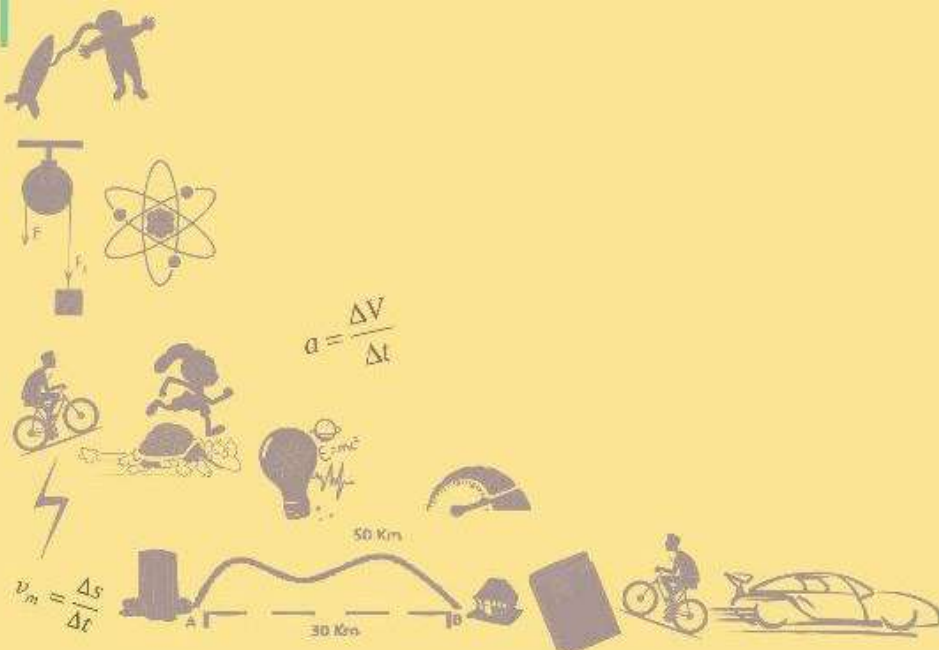
Como o motorista não se atentou para o aviso do combustível do seu carro, e para as placas indicando onde teria um posto, sua viagem atrasou.

Em suma, o professor facilitador fará o papel de um mediador da aprendizagem, direcionando, estimulando o educando, utilizando da argumentação para validar ou não as respostas dadas pelos educandos, confrontando seu senso comum.

O professor terá a tarefa de verificar durante o processo de aplicação da SEI, por meio de discussões, o que o educando sabe e o que ele ainda não sabe, seus conhecimentos prévios, e utilizá-los para potencializar o aprendizado, seja confrontando ou reforçando seus conhecimentos.

Sequência de ensino investigativo (SEI)

"Os problemas não se colocam por si mesmos, todo conhecimento é resposta a uma questão. Se não há questão, não pode haver conhecimento científico." (BACHELARD, 1996).



Tutorial da SEI para aprendizagem de cinemática



Neste material de apoio ao professor será apresentado uma SEI contendo três atividades investigativas e uma atividade complementar para casa, utilizando o *Google Maps*, com o objetivo de criar para o educando um ambiente de aprendizagem significativa dos seguintes conceitos: espaço percorrido e deslocamento, velocidade escalar média, velocidade instantânea, aceleração escalar média, assim como suas respectivas relações de proporcionalidade.

Um segundo objetivo é contribuir para a argumentação em sala de aula e iniciar no educando um processo de educação científica.

A primeira atividade investigativa, intitulada **Corrida Maluca**, buscou construir o conceito de velocidade e sua relação de proporcionalidade com o espaço e o tempo. Após a aplicação da primeira atividade é proposto para turma um trabalho individual para casa utilizando o aplicativo google maps com o objetivo de construir os conceitos de velocidade média e instantânea, espaço percorrido e deslocamento.

A segunda atividade investigativa, intitulada **Gotas na Estrada**, tem objetivo de construir o conceito de aceleração e suas relações de proporcionalidade.

A terceira e ultima atividade desta SEI, intitulada **O estranho rapto do poodle**, trata de uma aplicação de aceleração onde os educandos farão papel de investigadores para desvendar o caso do sumiço de um *poodle*.

Por último, o professor formalizará os conceitos trabalhados.

Depois da aplicação da SEI, deve se fazer um grande semicírculo com o objetivo de discutir os resultados obtidos por cada grupo. Sugerimos para aplicação dasta atividades, duas horas aulas, e mais uma ou duas aulas para discussão do trabalho do google maps e a sistematização dos conceitos trabalhados.

<p>1° Atividade investigativa i A corrida maluca</p> <p>Trabalha conceitos de velocidade e suas relações de proporcionalidade</p> <p>Tempo de aplicação: aproximadamente 30 min</p>	<p>Atividade para casa com auxílio do google maps ii</p> <p>Trabalha os conceitos de espaço percorrido e deslocamento, velocidade média e instantânea</p>	<p>2° Atividade investigativa iii Gotas na estrada</p> <p>Trabalha o conceito aceleração e suas relações de proporcionalidade</p> <p>Tempo de aplicação: aproximadamente 30 min</p>
<p>3° atividade investigativa iv O estranho rapto do</p> <p>Trata-se de uma aplicação da segunda SEI para o desenvolvimento do conceito de aceleração.</p> <p>Tempo de aplicação: aproximadamente 15 min</p>	<p>Discussão em um grande semicírculo v</p> <p>Têm como objetivo a socialização de ideias e a discussão de resultados.</p> <p>Tempo de aplicação: aproximadamente 15 min</p>	<p>Sistematização dos conceitos trabalhados vi</p> <p>Têm como objetivo a socialização de ideias e a discussão de resultados.</p>

1º Atividade investigativa

A corrida maluca



Professor:

Ao tentarem provar qual é o carrinho mais rápido, é comum os grupos tenderem para uma resposta voltada para dinâmica do problema, como por exemplo: o carrinho verde é mais rápido por ser mais pesado, ou porque, em um tubo contém água doce, e outro, água salgada. Neste momento você poderá direcioná-los para cinemática do problema dando a resposta dinâmica para o grupo.

Exemplo.

"ambos os tubos contêm água doce, e o carrinho verde é mais pesado que o vermelho sim, no entanto o que quero saber é como posso provar que um é mais rápido do que o outro utilizando os materiais entregues no envelope?"

Perguntas que podem ajudar a direcionar o educando na cinemática do problema:

Se eu viajo durante 20 minutos eu sou rápido? Por quê?

Eu fiz uma viagem de 2km ao shopping eu fui rápido? Por quê?

A CRIATIVIDADE SUPERA O TALENTO!



Nesta primeira parte da SEI o professor facilitador deverá dividir a turma em pequenos grupos, sugerimos grupos de quatro a cinco educandos para que todos possam manipular o experimento. O professor facilitador deverá escolher um representante de cada grupo conforme a quantidade de aparato experimental, e alternadamente cada representante escolherá um parceiro de acordo com suas afinidades até que todos estejam em um grupo.

Após a divisão dos grupos, o professor entregará para cada equipe um experimento de corrida maluca e um envelope contendo: uma régua escolar de 30 cm, um fio com nó igualmente espaçado, um palito de churrasco, um cronômetro e uma ampulheta. Caso o professor tenha dificuldade em encontrar ampulhetas, sugerimos a liberação do uso do cronômetro dos celulares dos educandos.

Depois de alguns minutos de observação o professor facilitador deverá lançar a primeira pergunta: **Qual dos carrinhos é o mais rápido?**

Depois que todos os grupos tiverem respondido a primeira pergunta com base na experimentação, o professor deverá lançar a segunda pergunta: **utilizando o material entregue, como você prova qual é o mais rápido?**

Sem dar a resposta, o professor deverá estimular o educando a respostas como: esse é mais rápido porque percorreu o mesmo espaço em menos tempo, ou é mais rápido porque para um mesmo tempo esse percorreu maior espaço.



Uma atividade com o Google Maps



Professor

Peça para os educandos discutirem se o tempo dado pelo google maps é igual ou próximo dos tempos aferidos.

Utilize esta aplicação para discutir na turma os conceitos de velocidade média e instantânea.

Faça perguntas como:

- como vocês vieram para a escola? Qual o meio de transporte?

- Se foi de carro pergunte: vocês observaram o velocímetro?

O carro veio com uma só velocidade?



Na sexta-feira (dia 26) $\Delta t = 4,45 \text{ min} = 2,85 \text{ s}$
Na segunda-feira (dia 26) $\Delta t = 4,55 \text{ min} = 2,95 \text{ s}$
Na terça-feira (dia 30) $\Delta t = 4,23 \text{ min} = 2,63 \text{ s}$

• Aplicamos a Média Aritmética Simples

$$\frac{2,85 + 2,95 + 2,63}{3} = \frac{8,43}{3} = 2,81$$

$\Delta S = 1500 \text{ m}$ $\Delta t = 2,81 \text{ s}$

• $v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}$

$$\frac{1500}{2,81} = 5,3 \text{ m/s} \quad \cdot v_m = 5,3 \text{ m/s}$$

Como trabalho para casa, no final das aplicações da SEI, o professor deverá pedir para a turma que cada educando, com auxílio do google maps, trace a rota de sua casa até a escola, verificando a distância do percurso. O professor deverá pedir para que seja impresso.

Caso o educando não saiba exatamente sua rota, o professor deverá sugerir que peça ajuda aos pais, sempre frisando o quanto é necessário que o caminho traçado seja exatamente o de seu caminho ao colégio.

O professor deverá pedir também, que pelo menos três vezes na semana, durante a ida ao colégio, o educando confira o tempo de seu percurso com auxílio de um relógio.

Na aula seguinte, quando cada educando trouxer os tempos aferidos durante a semana junto com a impressão da rota, o professor iniciará a aula pedindo para cada educando, com auxílio de uma régua, trace uma linha reta entre o ponto de origem ao destino para trabalhar os conceitos de espaço percorrido e deslocamento.

Em seguida, o professor ensinará como calcular a média aritmética do tempo nos três dias, e a velocidade média.

2ª atividade investigativa

Gotas na estrada

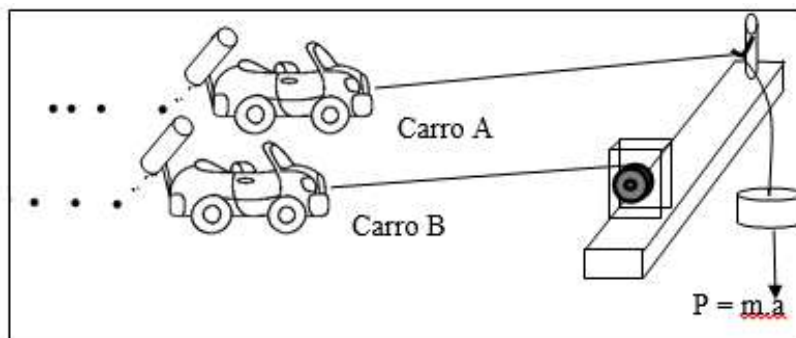


Professor

Caso o educando justifique o aumento dos espaços pela diminuição do tempo de gotejamento devido a diminuição do volume de água no conta gotas, indicando um tempo variável. Pergunte a ele porque então próximo do final do percurso os espaços das gotas no chão diminuem indicando um maior gotejamento, mesmo com o volume de água baixo?

Para construção das relações de proporcionalidade entre a velocidade do carro e o aumento dos espaços entre as gotas, é imprescindível que você diga ou mostre a turma que os tempos de gotejamento são aproximadamente iguais.

A figura abaixo mostra o esquema do aparato experimental utilizado nesta segunda atividade. Perceba que ambos os carrinhos estão acoplados a conta-gotas que liberam gotas de água em um intervalo de tempo aproximadamente constante.



O carrinho A está conectado a um contrapeso através de um barbante. Quando o contrapeso é largado, o carrinho se movimenta para frente com uma força F , gerando uma aceleração a de acordo com a segunda lei de Newton. Dessa forma o carrinho A adquire um movimento acelerado deixando gotas no piso cada vez mais espaçadas.

O carrinho B está acoplado por um fio, ao eixo de um motor de prato de micro-ondas. Estes motores possuem baixa velocidade angular e uma constante rotação, de modo que ao ligarmos o motor, o carrinho se movimenta vagarosamente deixando um rastro de gotas com espaçamentos aproximadamente iguais.

Esta atividade representa uma demonstração investigativa, onde o professor manipula o experimento e questiona os educandos com perguntas como:

Os movimentos dos dois carrinhos são iguais? Qual a diferença? O que acontece com a velocidade do carrinho A com o passar do tempo? O que acontece com a velocidade do carrinho B com o passar do tempo? Como você prova sua afirmação?



3ª atividade investigativa

O estranho rapto do poodle



Esta última atividade, trata-se de uma aplicação da atividade anterior, para construção do conceito de aceleração, e será aplicada da seguinte forma:

O professor deverá dizer para a turma que durante a noite um crime aconteceu, e que eles ajudarão a desvendá-lo.

Logo em seguida, o professor facilitador entregará para cada grupo uma folha de papel contendo o relato do caso como mostra a figura abaixo.

Às 23h30min da noite de ontem a senhora Consolo Andrades, levou seu poodle Nick para passear, quando de repente, um carro, em alta velocidade, imprimiu uma aceleração diminuindo sua velocidade bruscamente até parar. Nesse momento um homem desce do carro, rapta o poodle, e acelera sumindo rapidamente em meio à neblina.

Segundo relato da vítima o carro dos sequestradores deixara manchas de óleo na pista, no entanto, na manhã seguinte, quando a polícia local foi analisar a cena do crime, localizou diversos rastros de óleo, de diferentes carros, que passavam coincidentemente pelo mesmo ponto do sequestro, porém seguiam trajetórias diferentes.

3º atividade investigativa



O estranho rapto do poodle

Professor:

Enfatize as palavras do relato da senhora que diz:

Imprimiu uma aceleração diminuindo a velocidade até parar.

Pergunte para o grupo o que é aceleração?

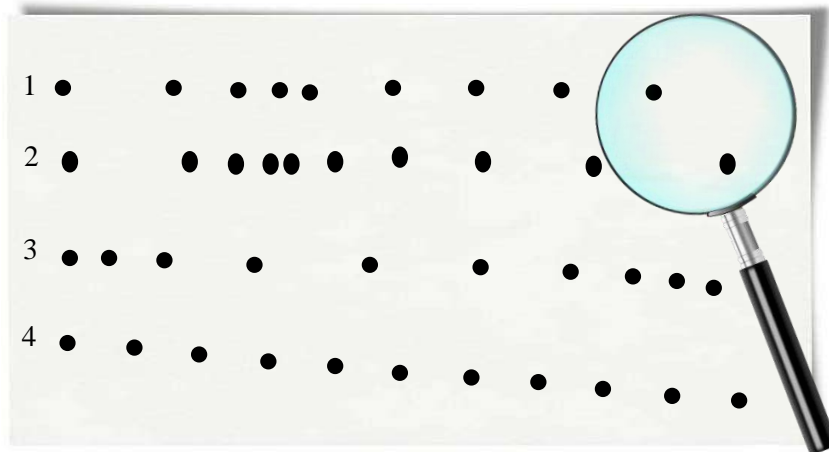
Normalmente o aluno relaciona aceleração com o aumento de velocidade, ou com alta velocidade.

Utilize esse momento para introduzir o conceito correto.

Não podemos esquecer que aceleração é um conceito e não pode ser descoberto experimentalmente.

Portanto utilize esta SEI para que o educando construa o entendimento da relação entre a variação de velocidade com o tempo.

Depois de ter lido para a turma, o professor entregará um envelope para cada equipe contendo as marcas de óleo deixadas na pista por diversões carros como mostra a figura abaixo.



(Evidências da cena do crime) Manchas de óleo na pista

O objetivo desta atividade é fazer com que os educandos percebam pelo relato da vítima, qual o vazamento de óleo foi deixado pelo carro do criminoso com base no relato da vítima.

Como o relato da vítima diz que o carro imprimiu uma aceleração diminuindo sua velocidade bruscamente até parar, em seguida pegando o poodle e acelerando, o rastro que corresponde ao relato é a número dois.

Discussão é Sistematização dos conceitos.

No final da aplicação da SEI o professor deverá fazer um grande semicírculo para discutir os resultados. Em uma aula seguinte, os conceitos trabalhados precisam ser formalizados, bem como suas abstrações matemáticas.

Montagem do aparato experimental

É importante fazer com que as crianças discutam os fenômenos que as cercam, levando-as a estruturar esses conhecimentos e construir, com seu referencial lógico, significados dessa parte da realidade. Por isso, devemos trabalhar com problemas físicos que os alunos possam discutir e propor soluções compatíveis com seu desenvolvimento e sua visão de mundo, mas em um sentido que os levara, mais tarde, ao conhecimento científico (CAMPOS et al, 2012, p. 3).



Montagem do aparato experimental da 1ª atividade



LISTA DE MATERIAIS

- Uma régua de madeira de 1 x 0,05 m
- Uma mangueira transparente de 1 m de comprimento com 1 cm de diâmetro.
- Dois pedaços de madeira de 0,05 x 0,025 x 0,01 m ou duas braçadeiras
- Quatro rebites de lona de freio de caminhão
- Verniz ou selador
- Miçangas
- Massa epóxi
- Cola para madeira

Descrição:

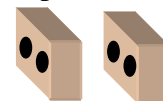
1. Pegue o tubo transparente e corte ao meio fazendo dois tubos de um metro cada.



2. Teste os rebites tapando as duas bocas de cada mangueira, e reserve.



3. Pegue os o pedaço de madeira e faça dois furos com o mesmo diâmetro da mangueira. Repita o processo com o outro pedaço de madeira. Uma outra possibilidade seria usar braçadeiras para prender as mangueiras.



4. Com a cola acople os dois pedaços de madeira, um em cada extremidade da régua e espere secar bem.



5. Jogue algumas miçangas em um recipiente com água e escolha duas de cores diferentes que afundem, preencha o furo de uma das escolhidas com massa epóxi para aumentar seu peso, e deixe secar.



6. Passe uma das mangueiras pelos buracos da esquerda e a outra pelos buracos da direita, ponha uma miçanga em cada tubo, encha-os com água, e feche as bocas com o rebite.



7. Para melhor conservar o experimento, sempre depois do uso retire a água dos tubos e limpe o material.

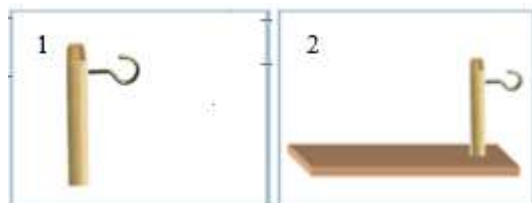
Montagem do aparato experimental da 2ª atividade



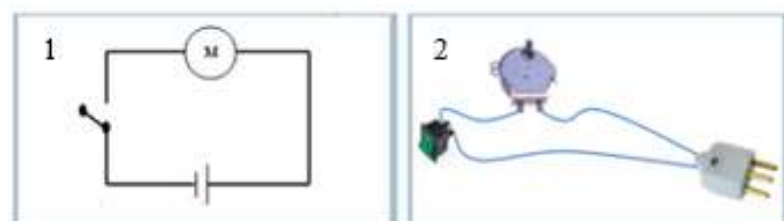
LISTA DE MATERIAIS
Uma régua de madeira de 30 cm x 5 cm
Um pedaço de cabo de vassoura de 10cm
Um gancho de metal ou um clipe de papel.
Um taco de madeira 6cm x 5 cm
Um motor de prato de micro-ondas
Um fio condutor elétrico de 2 m
Dois parafusos
Pregos
Ferro de solda
Fita isolante
Um interruptor e uma tomada
Barbante
Dois carrinhos pesados
Dois equipo de soro

Descrição:

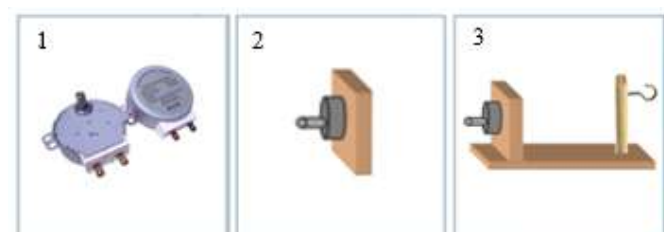
1. Pegue o cabo de vassoura e faça um pequeno furo com auxílio de uma furadeira na lateral de uma de suas extremidades, e enrosque o gancho (fig 1). Em seguida pregue ou cole o cabo em uma das extremidades da régua, (fig 2).



2. Com o ferro de solda, o motor, a tomada, o interruptor e os fios de cobre, monte o circuito abaixo (fig 1).



3. Depois do circuito montado, aparafuse o motor no taco de madeira ou na base que desejar (fig 2), e o pregue na outra extremidade da régua de madeira, reserve (fig 3).



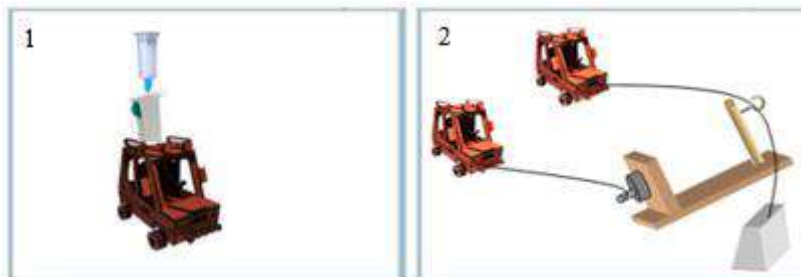
Montagem do aparato experimental da 2ª atividade



4. Para fazer o acessório de gotejamento pegue o equipo e retire a maior parte da mangueira, deixando apenas de 4 a 5 cm para o encaixe do regulador (fig 1), em seguida corte a parte superior do reservatório (fig 2) e encaixe o regulador (fig 3).



5. Agora é o momento de acoplar o acessório de gotejamento a traseira do carrinho com supercola, faça isso colando a peça reguladora de gotejamento no carrinho (fig 1). Em seguida amarre 50 cm de barbante conectando o carrinho ao eixo do motor, e outro e outro barbante ligando o segundo carrinho ao contrapeso (fig 2).



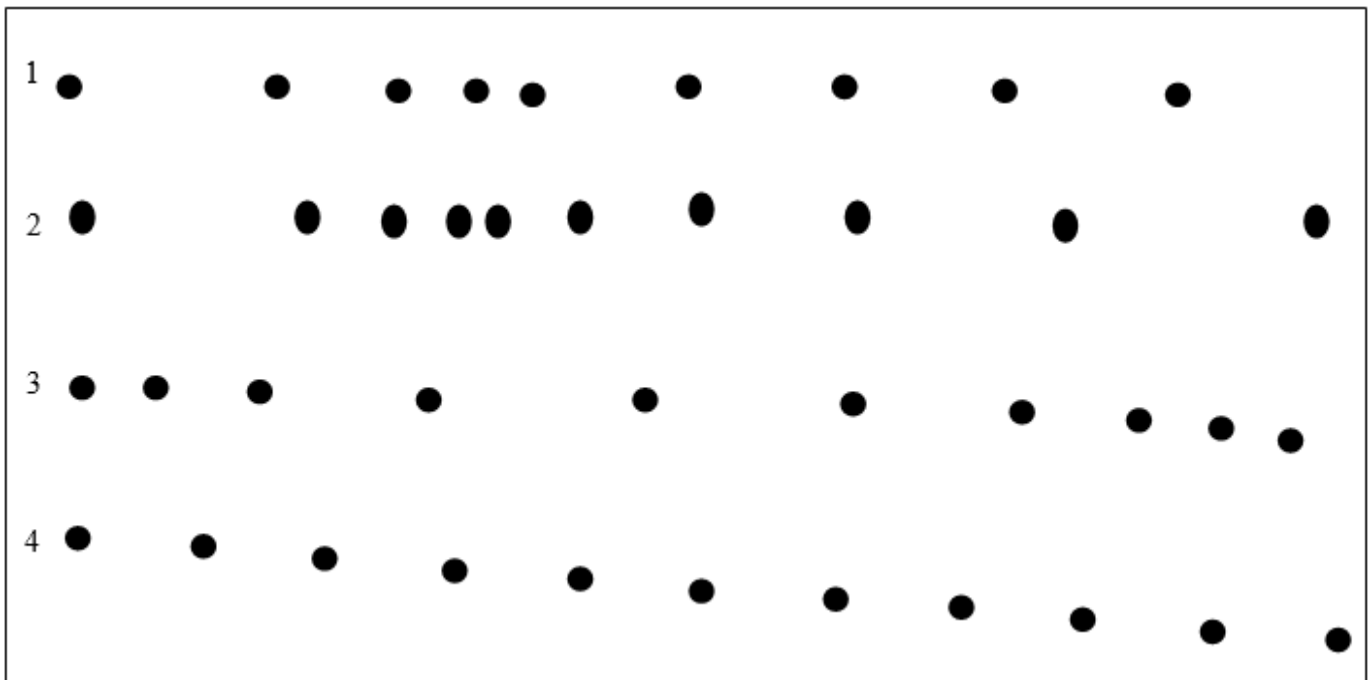
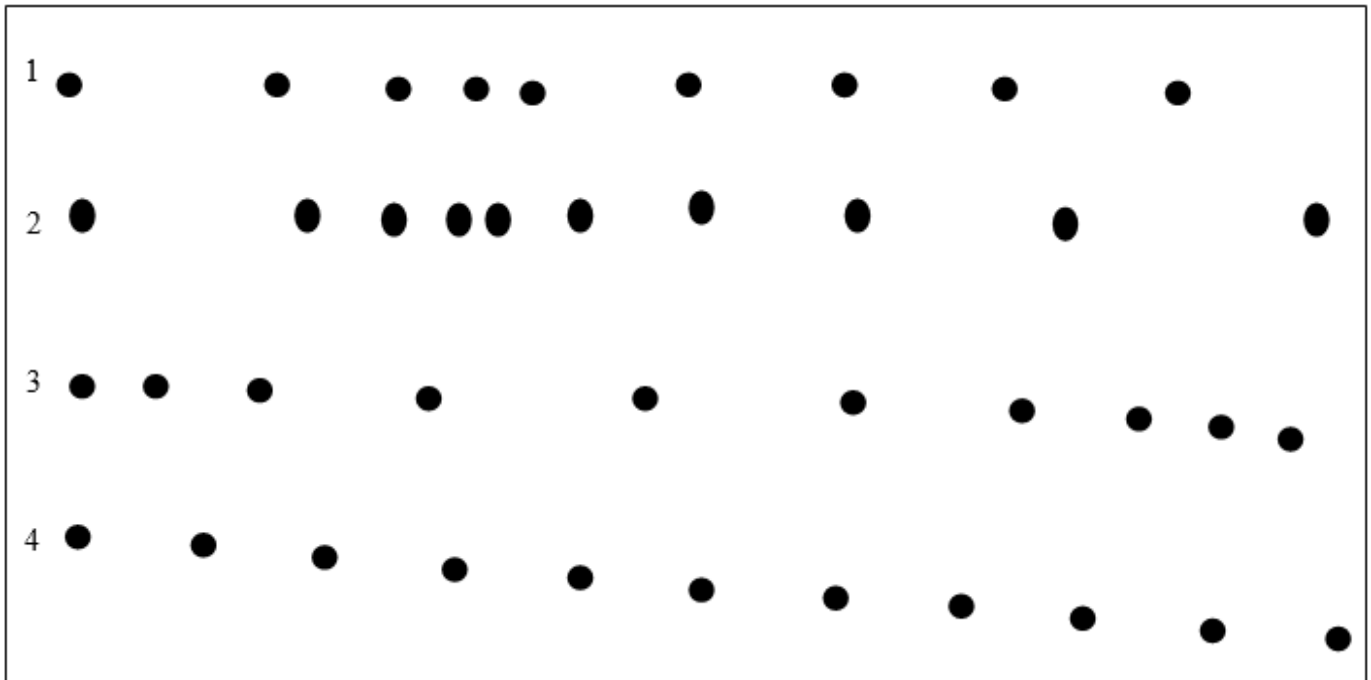
6. O experimento está pronto para uso, e no final da SEI pode ser guardado em um laboratório para uso anual. No entanto com o passar do tempo a mangueira do equipo se estraga, assim como o seu filtro, dificultando o controle do gotejamento. Quando isso acontecer troque somente o reservatório com a mangueira que não estão conectadas diretamente com o carrinho.



Montagem do aparato experimental da 3ª atividade



Para realização desta atividade experimental serão usadas apenas duas matérias, uma imagem com as manchas de óleo na pista que será disposta nesse tópico para impressão e o texto de relato da vítima, que também será disponibilizado na forma de boletim de ocorrência policial para ser impresso e entregue aos pequenos grupos





GOVERNO DO ESTADO DE
TANGAMANDAPIO
SECRETARIA DA SEGURANÇA PÚBLICA E DEFESA
SOCIAL
POLÍCIA CIVIL

FLS _____

BOLETIM DE OCORRENCIA Nº 238 – 2344 / 20__

Dados da ocorrência

Natureza do fato: rapto

Data / hora da comunicação: / /

Data / hora da ocorrência:

Endereço da ocorrência:

Bairro:

Município:

Ponto de referência:

Dados da (s) vítima (s)

Nome

Nascimento: / /

CPF:

RG: 29282002

Filiação:

Endereço:

Município:

Ponto de referência:

País:

Relato

Às 23h30min da noite de ontem a senhora Consolo andrades, levou seu poodle Nick para passear, quando de repente, um carro, em alta velocidade, imprimiu uma aceleração diminuindo sua velocidade bruscamente até parar. Nesse momento um homem desce do carro, rapta o poodle, e acelera sumindo rapidamente em meio à neblina.

Segundo relato da vítima o carro dos sequestradores deixara manchas de óleo na pista, no entanto, na manhã seguinte, quando a policia local foi analisar a cena do crime, localizou diversos rastros de óleo, de diferentes carros, que passavam coincidentemente pelo mesmo ponto do sequestro, porém seguiam trajetórias diferentes.

Delegacia de crimes especiais

Responsável pelo registro _____

Responsável pelo relato _____

Dr. José V. L. Stefanelic
Clínica e Cirurgia Geral
CRM 17 MS-Médico

MÉDICO CRM Nº _____

Referências



ALMEIDA, João Baptista de. Evolução do Ensino de Física no Brasil. **Revista de Ensino de Física**, Sociedade Brasileira de Física, v. 1, p. 45-58, 1980.

CARVALHO, A. M. P. . **Ciências no ensino fundamental**. Cadernos de Pesquisa (Fundação Carlos Chagas) , São Paulo, p. 152-168, 1997.

CARVALHO, A. M. P. ; SANTOS, E. I. ; AZEVEDO, M. C. P. S. ; DATE, M. P. S. ; FUJII, S. R. S. ; NASCIMENTO, V. B. . **Calor e Temperatura - um ensino por investigação**. 1ª. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014. 146p .

BORGES, Gilson

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte)**, Belo Horizonte, v. 17, n. spe, p. 49-67, Nov. 2015. Available from

Não se pode
ensinar
coisa alguma
a alguém;
Somente auxiliá-la
a descobrir por
si mesma.

Galileo Galilei