



## **Estudando o Campo Gravitacional no Quinto Ano do Ensino Fundamental em uma Abordagem Investigativa**

Dierimi Luiz Ferreira da Silva

# **Estudando o Campo Gravitacional no Quinto Ano do Ensino Fundamental em uma Abordagem Investigativa**

Dierimi Luiz Ferreira da Silva

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física 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:

Dra. Silvana Perez

Coorientadora:

Dra. Simone da Graça de Castro Fraiha

Belém

Dezembro de 2018

**ESTUDANDO O CAMPO GRAVITACIONAL NO QUINTO ANO DO ENSINO  
FUNDAMENTAL EM UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA**

**DIERIMI LUIZ FERREIRA DA SILVA**

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:

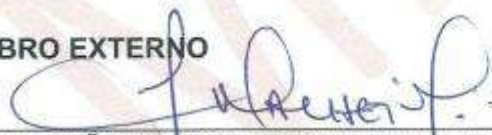
**COORIENTADORA:**

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. SIMONE DA GRAÇA DE CASTRO FRAIHA  
(MNPEF – UFPA)

**MEMBRO EXTERNO**

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. VIVIANE BRÍCCIA DO NASCIMENTO  
(UESC)

**MEMBRO EXTERNO**

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. JOÃO MANOEL DA SILVA MALHEIRO  
(UFPA - IEMCI)

**MEMBRO INTERNO**

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. LICURGO PEIXOTO DE BRITO  
(MNPEF – UFPA)

Belém - PA  
Dezembro - 2018

## FICHA CATALOGRÁFICA

**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)**

---

- F383e      Ferreira da Silva, Dierimi Luiz.  
              Estudando o Campo Gravitacional no Quinto Ano do Ensino Fundamental em uma Abordagem Investigativa / Dierimi Luiz Ferreira da Silva, . — 2018.  
              117 f. : il. color.
- Orientador(a): Prof<sup>ª</sup>. Dra. Silvana Perez  
              Coorientação: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Simone da Graça de Castro Fraiha  
              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. Ensino por Investigação. 3. Ensino de Astronomia. 4. Ciências no Ensino Fundamental. I. Título.

CDD 530.07

---



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

ATA DA 19ª SESSÃO DE APRESENTAÇÃO E DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE Mestrado INTITULADA "ESTUDANDO O CAMPO GRAVITACIONAL NO QUINTO ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL EM UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA" PARA CONCESSÃO DO GRAU DE MESTRE EM FÍSICA, DE ACORDO COM O ART. 33º DO REGIMENTO GERAL DO MNPEF, REALIZADA ÀS 09 HORAS DO DIA 14 DE DEZEMBRO DE 2018, NO LABORATÓRIO DE FÍSICA-ENSINO. A DISSERTAÇÃO FOI APRESENTADA DURANTE 50 MINUTOS PELO CANDIDATO DIERIMI LUIZ FERREIRA DA SILVA, DIANTE DA BANCA EXAMINADORA APROVADA PELA SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA, ASSIM CONSTITUÍDA: MEMBROS: PROFA. DRA. SIMONE DA GRAÇA DE CASTR FRAIHA (COORDENADORA), PROFA. DRA. VIVIANE BRICCIA DO NASCIMENTO (MEMBRO EXTERNO), PROF. DR. JOÃO MANOEL DA SILVA MALHEIRO (MEMBRO EXTERNO), PROF. DR. LICURGO PEIXOTO DE BRITO (MEMBRO INTERNO) E EM SEGUIDA, O CANDIDATO FOI SUBMETIDO À ARGUMENTAÇÃO, 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:

Dierimi Luiz F. da Silva

### BANCA EXAMINADORA:

Simone da Graça de Castro Fraiha  
Profa. Dra. Simone da Graça de Castro Fraiha  
(Coordenadora - MNPEF - UFPA)

João Manoel da Silva Malheiro  
Prof. Dr. João Manoel Da Silva Malheiro  
(Membro Externo - UFPA)

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

Licurgo Peixoto de Brito  
Prof. Dr. Licurgo Peixoto de Brito  
(Membro Interno - MNPEF - UFPA)






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

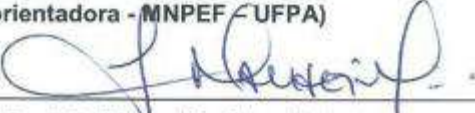
**TEMA: "ESTUDANDO O CAMPO GRAVITACIONAL NO QUINTO ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL EM UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA".**

A Banca Examinadora composta pelos Professores: **Dra. SIMONE DA GRAÇA DE CASTRO FRAIHA** (Coorientadora), **Dra. VIVIANE BRICCIA DO NASCIMENTO** (Membro Externo), **Dr. JOÃO MANOEL DA SILVA MALHEIRO** (Membro Externo) e **LICURGO PEIXOTO DE BRITO** (Membro Interno), e consideram o candidato **DIERIMI LUIZ FERREIRA DA SILVA**:

**APROVADO**

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

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Simone da Graça de Castro Fraiha  
(Coorientadora - MNPEF - UFPA)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. João Manoel Da Silva Malheiro  
(Membro Externo - UFPA)

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

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Licurgo Peixoto de Brito  
(Membro Interno – MNPEF - UFPA)

Dedico esta dissertação, primeiramente a DEUS que tornou possível esse momento dando-me forças e determinação. Com muita gratidão dedico também a minha esposa, Lucélia Melo da Silva e ao meu irmão, Diego Peres. Aos amigos: Jorge Daniel e Gilson Broges que sempre me ajudaram nos momentos difíceis durante o curso. A CAPES, a Coorientadora, Dr<sup>a</sup>. Simone Fraiha e, principalmente, a minha orientadora Silvana Perez.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a DEUS pela oportunidade de estar concluindo o curso e pela proteção que tenho recebido constantemente, aos meus companheiros de curso que muito me ajudaram nessa caminhada, em especial, ao meu parceiro de estudos, Jorge Daniel, que sempre me ajudou quando precisei.

A esta instituição, UFPA, que me acolheu e me passou conhecimentos que levarei por toda minha vida. Agradeço aos professores: Dr. Licurgo Peixoto Brito, Dra. Simone da Graça de Castro Fraiha e o Dr. Rubens Silva, que com muita atenção e boa vontade puderam compartilhar seus conhecimentos conosco aumentando nossas possibilidades de galgar caminhos melhores. Minha Orientadora, Dra. Silvana Perez que esteve presente contribuindo para produção deste trabalho e também por minha formação como mestre em ensino.

Ao apoio que recebemos da CAPES, as quais com boa vontade deu apoio financeiro para que pudéssemos fazer nossa pesquisa de caso. Não poderia deixar de agradecer, também, a meu amigo acadêmico Bráulio Maia, que auxiliou em solucionar dúvidas matemáticas e a minha esposa, Lucelia Melo da Silva que com muito amor, esforço, dedicação e paciência estiveram me apoiando durante o curso e, finalmente, agradeço a minha mãe, Rosinete do Socorro que me mostrou o caminho dos estudos. Todos que contribuíram de alguma forma para minha formação, Muito Obrigado!



## RESUMO

### ESTUDANDO O CAMPO GRAVITACIONAL NO QUINTO ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL EM UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA

Dierimi Luiz Ferreira da Silva

Orientadora: Dra. Silvana Perez

Co-orientadora: Dra. Simone da Graça de Castro Fraiha

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Pará 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.

Neste trabalho abordamos a utilização de Sequências de Ensino Investigativo (SEIs) na alfabetização científica de estudantes de educação básica, explorando especificamente o conceito físico de Campo de Força, que pode ajudar os alunos do ensino fundamental a compreender vários fenômenos da natureza associados com a força gravitacional. Analisamos os conhecimentos que os alunos trouxeram para a sala de aula e fizemos com que eles participassem de maneira direta da (re)construção do tema no processo de ensino-aprendizagem. Com as SEIs, pretendemos levar mais uma contribuição no processo de alfabetização científica, à prática argumentativa em sala de aula, especialmente no modelo padrão de Toulmin, juntamente com as posturas epistemológicas assumidas pelo docente para promover a argumentação dos alunos. Foram construídas três SEIs e aplicadas em dois ambientes (uma escola rural e uma urbana, localizadas em municípios diferentes no interior do estado do Pará) com estudantes do quinto ano do ensino fundamental. Para a análise dos resultados, escolhemos analisar a escola rural, pela riqueza de aprendizado que o espaço de sua aplicação nos proporcionou. Com esta análise, concluímos que foi possível observar nesses estudantes uma evolução dos conceitos espontâneos de força e campo gravitacional terrestre para os seus respectivos conceitos científicos. Como produto educacional, foi produzido um texto de apoio ao professor, POR QUE QUEM VIVE NO POLO SUL NÃO CAI PARA BAIXO? INVESTIGANDO A FORÇA DA GRAVIDADE, que apresenta uma breve discussão dos pontos relevantes do estudo, em uma linguagem mais direcionada para o professor de Ciências do ensino fundamental.

Palavras-chave: Ensino de Física, Ensino por Investigação, Ensino de Astronomia, Ciências no Ensino Fundamental.

Belém  
Dezembro de 2018

## **ABSTRACT**

### **STUDYING THE GRAVITATIONAL FIELD IN THE FIFTH YEAR OF FUNDAMENTAL EDUCATION IN AN INVESTIGATIVE APPROACH**

Dierimi Luiz Ferreira da Silva

Advisor: Dra. Silvana Perez

Co-advisor: Dra. Simone da Graça de Castro Fraiha

Master's Dissertation submitted to the Physics Teaching Post-Graduation Program of the Federal University of Pará in the Professional Master's Degree Course in Physics Teaching (MNPEF), as part of the requirements needed to obtain a Master's Degree in Physics Teaching.

In this paper we discuss the use of the Sequences of Investigative Teaching (SEIs, in portuguese) to promote the scientific literacy of the basic education system students in Brazil, specifically studying the physical concept of Field of Force, which can help junior elementary school students to better understand the natural phenomena related with the gravitational force. We analyzed the knowledge that the students brought to the classroom and made them participate directly in the (re) construction of the theme in the teaching process. With the SEIs, we intend to make one more contribution in the process of scientific literacy, to the argumentative practice in the classroom, especially in Toulmin's standard model, together with the epistemological postures assumed by the teacher to promote students' arguments. Three SEIs were developed and applied in two environments (one rural and one urban school, but in different municipalities in the interior of the state of Pará) with fifth grade students of elementary school. For the analysis of the results, we chose to analyze the rural school, for the wealth of learning that the space of its application gave us. With this analysis, we concluded that it was possible to observe in these students an evolution of the spontaneous concepts of force and terrestrial gravitational field for their respective scientific concepts. As an educational product, a support text to the teacher was produced: **WHY DOES WHO LIVE IN THE SOUTH POLE DO NOT FALL DOWN? INVESTIGATING THE GRAVITY FORCE**, which presents a brief discussion of the relevant points of the study, in a language more directed to the elementary school science teacher.

Keywords: Physics Teaching, Research teaching, Teaching of Astronomy, Science in Elementary Education, Scientific Literary

Belém  
December 2018

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação - 01 .....	37
Equação - 02 .....	37
Equação - 03 .....	38
Equação - 04 .....	38
Equação - 05 .....	38
Equação - 06 .....	39
Equação - 07 .....	39
Equação - 08 .....	39
Equação - 09 .....	39
Equação - 10 .....	39
Equação - 11 .....	39

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Retirada do tucupi da mandioca com a utilização do tipiti.....	6
Figura 2 - Resumo de desenhos que mostra os principais grupos, as noções sobre o espaço, a forma e força gravitacional do planeta Terra. Classificando da menor (noção 1) para a mais elaboradas conceitualmente (noção 4).....	19
Figura 3- “Arraial” Sagrado Coração de Jesus .....	32
Figura 4- “Arraial” Sagrado Coração de Jesus .....	32
Figura 5- Escola Municipal de Ensino Fundamental Sagrado Coração de Jesus.....	33
Figura 6- Escola Municipal de Ensino Fundamental Sagrado Coração de Jesus.....	33
Figura 7- Casa dos Professores.....	34
Figura 8- Casa dos Professores.....	34
Figura 9- Ônibus escolar utilizado pela Escola Municipal de Ensino Fundamental Sagrado Coração de Jesus.....	35
Figura 10- Desenho feito por aluno representando sua resposta a primeira pergunta do teste.....	47
Figura 11- Desenho feito por aluno representando sua resposta à primeira pergunta do teste.....	48
Figura 12 - Relato escrito feito por aluno representando sua resposta à primeira pergunta do teste.....	48
Figura 13 - Relato escrito feito por aluno representando sua resposta a primeira pergunta do teste.....	49
Figura 14 - Relato escrito feito por aluno representando sua resposta a segunda pergunta do teste.....	49
Figura 15 - Desenho feito por aluno representando sua resposta a segunda pergunta do teste.....	49
Figura 16 - Modelo padrão de Toulmin retirado da parte Força. ....	55
Figura 17 - Relato escrito feito por aluno representando sua resposta à avaliação de aprendizagem.....	56
Figura 18 - Relato escrito e desenho feito por aluno representando sua resposta à avaliação de aprendizagem.....	56

Figura 19 - Desenho feito por aluno representando sua resposta a avaliação de aprendizagem. .....	57
Figura 20 - Desenho feito por aluno representando sua resposta a avaliação de aprendizagem. .....	57
Figura 21 - Relato escrito e desenho feito por aluno representando sua resposta à avaliação de aprendizagem.....	58
Figura 22 - Relato escrito e desenho feito por aluno representando sua resposta à avaliação de aprendizagem.....	58
Figura 23 - Relato escrito e desenho feito por aluno representando sua resposta à avaliação de aprendizagem.....	58
Figura 24 - Desenho feito por aluno representando o formato esférico da Terra e juntamente os astros em sua volta. ....	60
Figura 25 - Dois desenhos feitos por alunos que escreveram que a pedra solta pelo astronauta iria flutuar. ....	60
Figura 26 - Dois desenhos feitos por alunos evidenciando que estão nos estágios da Noção 3. .....	61
Figura 27 - Desenho feito por aluno mostrando a pedra caindo em direção à parte inferior interna da Terra.....	61
Figura 28 - Dois desenhos feitos por alunos mostrando a pedra caindo em direção ao centro do planeta Terra. ....	62
Figura 29 - Modelo padrão de Toulmin retirado da parte -Gravidade. ....	68
Figura 30- Registro do aluno. ....	69
Figura 31- registro do aluno. ....	70
Figura 32- Registro do aluno. ....	71
Figura 33- Registro do aluno. ....	72
Figura 34- Registro do aluno. ....	72

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Periódicos pesquisados.....	24
Quadro 2 – Falas do primeiro momento argumentativo.....	52
Quadro 3 – falas do segundo momento argumentativo. ....	52
Quadro 4 – Falas do terceiro momento argumentativo. ....	54
Quadro 5 – Falas do primeiro momento argumentativo.....	63
Quadro 6 – Falas do segundo momento argumentativo. ....	64
Quadro 7 – Falas do terceiro momento argumentativo. ....	65
Quadro 8 – Falas do quarto momento argumentativo. ....	66



## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1 - Quantitativo em porcentagem de artigos por níveis de ensino .....	25
Gráfico 2 - Quantitativo em porcentagem de artigos por disciplina.....	26

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Quantitativo de artigos por periódicos por ordem crescente.....	24
Tabela 2 - Quantitativo de artigos por níveis de ensino. ....	25
Tabela 3 - Quantitativo de artigos por disciplina .....	26
Tabela 4 - Quantitativo de artigos por ano e temática metodológica. ....	27

## SUMÁRIO

Introdução.....	1
Capítulo 1 Referencial Teórico.....	5
1.1 Vygotsky e o desenvolvimento da linguagem.....	5
1.2 A linguagem científica e a alfabetização científica.....	7
1.3 Educação bancária, ensino tradicional e atividades investigativas.....	9
1.4 Atividades investigativas e o desenvolvimento da argumentação.....	15
1.5 Noções epistemológicas do Planeta Terra no Cosmo.....	18
1.6 Piaget, o desenvolvimento cognitivo e as atividades investigativas .....	19
Capítulo 2 Sequências de Ensino Investigativas e Levantamento Bibliográfico .....	22
2.1 Sequências de ensino investigativo .....	22
2.2 Um breve estudo da produção científica em ensino por investigação no Brasil	23
Capítulo 3 Metodologia.....	31
3.1 O locus da pesquisa .....	31
3.2 Descrições geral da abordagem didática desenvolvida .....	35
Capítulo 4 Conceito de Campo Gravitacional e As SEIs desenvolvidas .....	37
4.1 A Lei da Gravitação Universal de Newton e o Campo Gravitacional.....	37
4.2 Desenvolvimentos das atividades.....	40
4.2.1 Força e Campo.....	40
4.2.2 Gravidade.....	42
4.2.3 Sistema solar e agricultura.....	44
Capítulo 5 Análise dos resultados .....	46
5.1 Força e campo.....	46
5.1.1 Avaliação diagnóstica.....	46
5.1.2 Laboratório Aberto .....	50
5.1.3 Sistematização dos Conhecimentos.....	51

5.1.4 Avaliação.....	55
5.2 Gravidade.....	59
5.2.1 Avaliação Diagnóstica.....	59
5.2.3 Avaliação da Aprendizagem do Aluno.....	68
Capítulo 6 Considerações Finais .....	73
Referências Bibliográficas.....	75
Apêndice A SEI.....	79
Apêndice B Laboratório Aberto .....	101

## Introdução

Em uma aula de revisão para preparar os alunos do quinto ano do ensino fundamental para prestarem a prova da Olimpíada Brasileira de Astronomia, um aluno faz a seguinte pergunta: “professor, por que uma pessoa no polo sul não cai para baixo?”. Várias respostas poderiam surgir a esta pergunta - porque não tem outro corpo puxando-o para baixo; por causa da gravidade; porque Deus quis assim etc. – e cada uma delas estaria diretamente ligada ao conhecimento do professor sobre o assunto, sobre o seu estudante e sobre os processos de ensino-aprendizagem.

A resposta a esta questão não é trivial de ser entendida por uma criança de dez anos, e exige reflexões por parte do professor que permeiam, entre outras coisas, o fato de que as explicações fornecidas pelos estudantes nessa idade para os fenômenos da natureza não são científicas, e foram construídas pelas experiências vivenciadas no seu dia a dia. Afinal, o que levou esse aluno a elaborar essa pergunta? Talvez esse aluno, em algum momento de sua vida, tenha colocado um objeto debaixo de um corpo esférico (uma bola, um limão etc.) e o objeto “caiu” para “baixo”, e dessa observação o estudante tenha feito a analogia com os moradores do polo sul terrestre.

Essa pergunta simples aponta para a necessidade de uma mudança na abordagem de conceitos complexos de astronomia na sala de aula, em particular do ensino fundamental. Normalmente, esses conceitos são apresentados mecanicamente pelo professor, sem perceber que os seus alunos não têm uma noção mínima de mecânica celeste, forças de campo, campo gravitacional etc. Por exemplo, como preparar um aluno nessa fase escolar para futuras discussões sobre temas para os quais o conceito de força de campo é essencial?

Para escolher a abordagem didática mais adequada, deve-se ter em mente que o aluno já tem a capacidade de manipular construtos mentais? Se eles já desenvolveram essa capacidade, então se deve relacioná-los com sua realidade? (Moreira, 2015). Segundo Moreira (2011), um conceito só faz sentido para o aluno se for compatível com o seu nível de desenvolvimento mental. Nesse sentido, nesse trabalho é utilizada a abordagem didática do ensino por investigação (Carvalho, 2009) - que busca, entre outras coisas, respeitar o desenvolvimento cognitivo do estudante em cada uma das etapas da sua educação formal - para explorar conceitos básicos de Física necessários para o estudo de Astronomia, com estudantes do ensino fundamental.

A proposta didática surgiu da necessidade de trabalhar astronomia com estudantes do quinto ano do ensino fundamental de uma escola rural no interior do estado do Pará,

ambiente onde por mais de uma ocasião a pergunta acima foi feita pelos estudantes nas aulas de ciências ao professor autor dessa dissertação. Assim, buscou-se relacionar o conceito de força com a variação de movimento de um corpo e suas formas de atuações (contato e campo), através de desenvolvimento de Sequências de Ensino Investigativo (SEIs), para depois apresentar e discutir com os estudantes a força gravitacional e seu efeito sobre corpos na proximidade da Terra.

Carvalho, em seu livro **“Ciência no Ensino Fundamental: o conhecimento Físico”** (2009), argumenta que a abordagem do ensino investigativo se distancia positivamente da abordagem metodológica passiva envolvendo o ensino de ciências, tradicionalmente adotada no sistema educacional brasileiro. Por conseguinte, adotamos o ensino investigativo para buscar alfabetizar cientificamente uma turma do quinto ano do ensino fundamental e inseri-los num ambiente onde eles possam participar de sua construção de conhecimentos relacionados à interação gravitacional, para tentar responder a problemática que motivou este trabalho.

A dissertação faz um levantamento qualitativo dos resultados da aplicação das SEIs na turma em questão, juntamente com uma análise do desenvolvimento do processo argumentativo e investigativo na alfabetização científica que elas proporcionam. Partimos do pressuposto que a utilização das sequências investigativas é mais viável ao processo de ensino – aprendizagem, por Carvalho (2014) elas apresentam as seguintes vantagens:

- O aluno deixa de ser passivo para ser ativo em sua aprendizagem;
- O aluno tem a oportunidade de aprender com materiais concretos no processo de ensino;
- O aluno é inserido em um ambiente argumentativo, no qual a interação social ocorre naturalmente na sala de aula;
- A abordagem investigativa é uma maneira divertida de ensinar ciências;
- A abordagem investigativa estimula uma mudança na postura do professor na sala de aula.

É importante esclarecer que este trabalho é um relato de experiência, portanto, o mesmo no decorrer de sua produção se restringiu apenas a uma única turma na escola, podendo, assim, apresentar um processo de ensino - aprendizagem em outras aplicações futuras em outras turmas.



O objetivo geral do trabalho foi auxiliar a alfabetização científica dos alunos do quinto ano do ensino fundamental em conceitos científicos básicos necessários ao estudo de astronomia, utilizando Sequencias de Ensino Investigativo. Para alcançar o objetivo geral, elencamos os seguintes objetivos específicos:

O1. Desenvolver e aplicar em uma turma de quinto ano do ensino fundamental duas SEIs sobre os conceitos científicos de campo, força e suas formas de atuação, bem como sua relação com a variação de movimentos de corpos, especificamente nas proximidades da Terra.

O2. Identificar os conhecimentos prévios relacionados com a palavra força que os alunos adquiriram pelo senso comum;

O3. Analisar a evolução epistemológica dos alunos relacionada ao tema “campo gravitacional do planeta Terra” ao longo da aplicação das SEIs;

O4. Identificar a estrutura argumentativa no modelo de Toulmin, (Ferraz e Sasseron, 2017), no processo de alfabetização científica transcorrido na aplicação das SEIs;

O5. Produzir, como produto educacional dessa dissertação, um texto de apoio ao professor sobre o assunto.

A dissertação é dividida da seguinte forma. O primeiro capítulo apresenta os referenciais teóricos adotados no trabalho, discutindo a alfabetização científica e sua relação com a linguagem científica envolvida no ensino por investigação, a importância do ensino por investigação e sua citação nos parâmetros curriculares nacionais e os principais aspectos do processo de argumentação - modelo de Toulmin (Ferraz e Sasseron, 2017), e Propósitos Epistêmicos adotados pelo professor (Ferraz e Sasseron, 2017) - para auxiliar nos aspectos da Alfabetização Científica.

No segundo capítulo são apresentadas as características de uma Sequência de Ensino Investigativo (argumentação, prática científica propriamente dita e interação social) (Carvalho, 2014). Também são apresentados os resultados do levantamento bibliográfico realizado em cinco revistas de ensino do quadro Qualis da CAPES, biênio 2016-2017 (Caderno Brasileiro em Ensino de Física, Experiências em Ensino de Ciências, Investigação em Ensino de Ciências, Revista Brasileira de Ensino de Física e Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências) no tema ensino investigativo e suas metodologias aplicadas.

O terceiro capítulo apresenta de modo sucinto a característica metodológica deste trabalho, os dados geográficos do município onde a proposta didática foi aplicada, de acordo com o IBGE e as características da escola onde ocorreu a pesquisa de campo.

O quarto capítulo é dividido em duas partes. Inicialmente é apresentado um resumo dos estudos realizados pelo autor sobre os conceitos de força gravitacional, campo gravitacional e potencial gravitacional. A seguir, as duas sequências de ensino investigativo desenvolvidas neste trabalho são apresentadas, uma abordando os tipos de força e sua relação com o movimento dos corpos e outra tratando a atuação do campo gravitacional do planeta Terra e a dinâmica de corpos próximos à sua superfície.

O quinto capítulo discute a coleta de dados bem como a sua análise, envolvendo os testes diagnósticos previstos, a aquisição da linguagem científica juntamente com o processo de argumentação nos quadros de falas, e as produções dos alunos nos termos de cada SEI.

As considerações finais são apresentadas no sexto capítulo, com base nos resultados obtidos das análises e experiências vivenciadas, bem como são enumerados os futuros desdobramentos permitidos por este trabalho.

# Capítulo 1

## Referencial Teórico

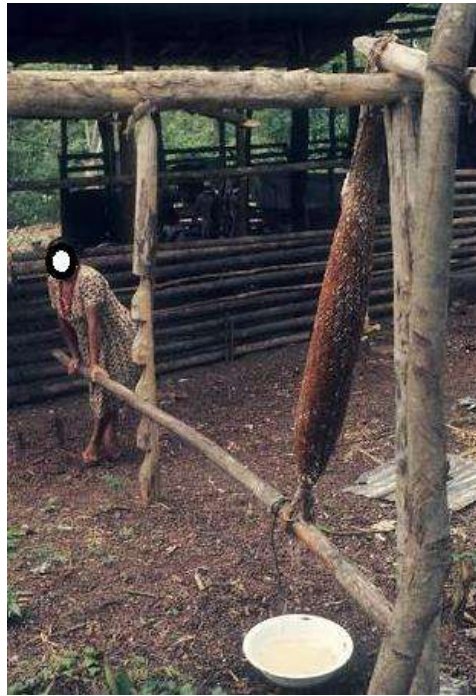
Neste capítulo serão abordados aspectos das teorias que serviram como base deste trabalho, focando no desenvolvimento da alfabetização científica e sua relação com o uso correto da linguagem científica. Assim, serão revisitados alguns conceitos de Vygotsky, bem como a teoria de Piaget, com seus quatro períodos gerais de desenvolvimento cognitivo. Será destacada a importância do ensino por investigação no contexto dos Parâmetros Curriculares Nacionais e os principais aspectos do processo de argumentação (segundo o modelo de Toulmin e Propósitos Epistêmicos adotados pelo professor) para auxiliar no entendimento da alfabetização científica em seu contexto mais geral.

### 1.1 Vygotsky e o desenvolvimento da linguagem

Um dos maiores desafios de um professor em sua sala de aula é ensinar o aluno a compreender de maneira contextualizada os temas de sua área de atuação e sua relação com os problemas da sociedade moderna. Essa compreensão passa pela aprendizagem de conceitos aceitos pelo mundo acadêmico, conceitos estes associados a uma linguagem que chamamos de linguagem científica. Apresentamos nesta seção o quanto é importante a definição da linguagem e a sua relevância para a alfabetização, mais especificamente, a alfabetização científica. Para entendermos o que é linguagem, primeiramente, vamos conceituar signos, significados e instrumentos, tendo como base a teoria de Vygotsky.

Segundo Vygotsky (2010), instrumento é algo criado para pode ser utilizado para fazer alguma coisa, ou dito de outra forma, é uma ferramenta manipulável. Exemplos de instrumentos que servem para medição são o paquímetro, a régua e a trena. Já para medir a voltagem, utiliza-se o voltímetro e para a medição da corrente elétrica é utilizado o amperímetro. Já tipiti é um instrumento utilizado por moradores das zonas rurais da região amazônica brasileira no processamento da fabricação de mandioca em farinha, e tem a finalidade de retirar um caldo conhecido como tucupi da raiz (Figura 1). Ainda segundo o autor, signo “é algo que significa alguma coisa” (Moreira, 2011). As palavras usadas para designar os instrumentos citados acima (paquímetro, régua, voltímetro, tipiti e tucupi) são signos linguísticos. Placas de trânsito também são exemplos de signos, pois tem a finalidade de informar, ou seja, repassar um significado para quem as observa.

Figura 1- Retirada do tucupi da mandioca com a utilização do tipiti



Fonte: <https://google.gl/images/LMXwB7> (2018).

Vygotsky (2010), destaca que a união do uso de instrumentos e signos é característica apenas do ser humano e permite o desenvolvimento de funções mentais e pela interiorização de instrumentos e sistema de signos, produzidos culturalmente, que se dá o desenvolvimento cognitivo.

Finalmente, o significado está relacionado com a interação social, visto que significados são sentidos compartilhados em uma mesma sociedade. Vygotsky (2010), define sentido como a soma dos eventos psicológicos que a palavra evoca na consciência.

Para entender melhor estes conceitos, vamos utilizar uma situação hipotética de um personagem, que chamaremos de Juca, um senhor que não teve em sua educação escolar formal conteúdos de Física, mas que obteve muitos conhecimentos relacionados a futebol pela simples observação de partidas e prática do esporte. Em certo jogo, Juca estava sentado na arquibancada ao lado de duas pessoas que falavam sobre campo eletromagnético. Certamente Juca, ao ouvir a palavra campo, associou ao significado campo de futebol, significado esse construído de sua interação social durante anos compartilhados com colegas em partidas de futebol. Dificilmente ele conseguiria conceituar em seu cognitivo o campo eletromagnético. Podemos dizer que o significado de campo eletromagnético não é evocado na mente de Juca pelo fato dele não ter sido compartilhado em sua convivência com as pessoas de seu dia-a-dia.

A palavra campo, compartilhada entre as duas pessoas, evoca o mesmo sentido, então podemos inferir que as duas pessoas estão se referindo em suas conversas ao mesmo significado.

Este é um exemplo de como os significados das palavras e dos instrumentos são construídos em interação social. Voltando ao exemplo de Juca, se ele interagir com as duas pessoas e as mesmas o ensinarem o conceito de campo eletromagnético, Juca começará a evocar em seu cognitivo os mesmos eventos que são compartilhados na conversa. Então o signo “campo” na mente de Juca passa a adquirir mais um significado, o de campo de força.

Percebe-se, com este exemplo, a importância da interação social para a aprendizagem, pois é na interação social que o indivíduo incorpora ao seu cognitivo, significados e se certifica de que os mesmos são aqueles compartilhados para os signos em questão.

Vygotsky (2010), linguagem se compara a um conjunto de um sistema articulado de instrumentos e signos. Moreira (2011), no âmbito do conhecimento científico as disciplinas de física, química e biologia seriam linguagens, pois as mesmas se conceituam como signos e instrumentos ou mesmo significados específicos, isto é, para aprender uma dessas disciplinas, como quaisquer outras, é preciso “falar a linguagem” da disciplina. Segundo o autor, para aprender a física devemos “adotar um paradigma, isto é, uma matriz disciplinar com conceitos, proposições, procedimento e signos cujos significados devem ser captados” pelo aprendiz.

Essa aprendizagem poderia ocorrer através da mediação de um professor com a utilização da linguagem humana escrita ou falada como meio de comunicação para aquisição da linguagem das disciplinas de Ciências.

## **1.2 A linguagem científica e a alfabetização científica**

O indivíduo, desde suas primeiras palavras, articula signos compartilhados no meio social em que está inserido e assim adquire uma linguagem “comum”, com gírias e vícios linguísticos. Denominamos essa linguagem de “coloquial”.

A linguagem científica, por outro lado, tem características específicas: estruturas, regras e exceções. Com caráter informativo e técnico, de ordem cognoscitiva e racional, é construída com base em dados concretos derivados das etapas: análise, comparação, sintetização, argumentação, indução, dedução e pôr fim a conclusão (Oliveira, 2009).

O domínio da linguagem pelo aluno transforma-se, assim, numa ferramenta valiosa de desenvolvimento dos processos cognitivos e orienta a construção do próprio conhecimento. O papel do professor de ciências, no que diz respeito a esse domínio, é ajudar os alunos na aprendizagem dos conceitos e modelos científicos, de forma a adquirir competência linguística científica através de saber ler, escrever e interpretar, na aprendizagem do pensamento científico envolvido na cultura científica (Oliveira, 2009). Por conseguinte, ensinar o aluno a dominar a linguagem científica é alfabetizá-lo cientificamente.

Alfabetizar cientificamente é fazer com que os alunos passem da linguagem coloquial, em que os significados foram adquiridos pelo seu senso comum, para uma linguagem científica, na qual cada palavra tem significados e conceitos relacionados por formulações matemáticas aceitas pela comunidade acadêmica ao longo da história (Carvalho, 2014).

Outro conceito que envolve a alfabetização científica, onde o ensino das disciplinas deve ampliar as oportunidades dos estudantes de aprenderem ciências para além dos conceitos, envolvendo a forma de funcionamento das ciências, os procedimentos utilizados no desenvolvimento da ciência, a natureza do conhecimento científico e as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (Silva e Trivelato, 2017). Segundo Carvalho (2014), para alfabetizar cientificamente um cidadão, é necessário ensiná-lo a compreender aspectos sobre conhecimento e não apenas conceitos ou fórmulas; é preciso entender como se dá o desenvolvimento da ciência.

Com objetivo de avaliar o papel ativo dos alunos no desenvolvimento da ciência buscamos a implementação dos indicadores de Alfabetização Científica (Sasseron, 2015). Esses indicadores são classificados nas seguintes categorias:

- (a) trabalhar com as informações e com os dados disponíveis, seja por meio da organização, da seriação e/ou da classificação de informações;
- (b) levantar e testar hipóteses construídas;
- (c) explicar os fenômenos em estudo, buscando justificativas para torná-las mais robustas e estabelecendo previsões delas advindas;
- (d) usar o raciocínio lógico e o raciocínio proporcional durante a investigação e a comunicação de ideias em situações de ensino e aprendizagem.

A escola deve ter a convicção de que os signos e significados adotados pela linguagem científica são provisórios, sendo continuamente reconstruídos, adaptando-se na



tentativa de explicar o mundo. A linguagem científica pode ser comparada a um corpo de conhecimentos em constante transformação, por meio de processos de aquisição e decodificação de dados, cujo resultado origina os saberes acadêmicos (Carvalho, 2009).

As mudanças diretas na sociedade humana, ao longo do tempo, são responsáveis pelas reconstruções e transformações da linguagem científica. Segundo Carvalho (2009), “a história das ciências nos mostra essa evolução”. Assim, a alfabetização científica deve possibilitar que os indivíduos conheçam e reconheçam as ciências como área de conhecimento da humanidade, estando, por isso, imersas em contextos sociais, culturais e históricos (Sasseron e Duschl, 2016).

Dessa forma, pode-se dizer que o ensino de ciências deve ser visto em constante mudança, em especial à explicitação e ao uso dos conceitos e ideias científicas (Silva e Trivelato, 2017). A alfabetização científica ou o ensino da linguagem científica deve evitar principalmente a prática de ensino “bancário”, conforme conceituada por Freire (1997), na qual o docente cumpre o papel de depositar e transferir conhecimentos e os educandos se mantêm passivos, o que os estimula a não ter criticidade.

### **1.3 Educação bancária, ensino tradicional e atividades investigativas**

Atualmente a alfabetização científica não é praticada na grande maioria das escolas. Isso pode ser atribuído, em parte, ao ensino tradicional que ainda é predominante no sistema educacional brasileiro e em vários outros países (Bellucco e Carvalho, 2014). Segundo Senra e Braga (2014), a prática do ensino tradicional não possibilita ao aluno uma reflexão sobre o processo de construção do conhecimento científico. O autor afirma que o ensino de ciências ainda se concentra na aprendizagem de conteúdos “prontos e acabados ao invés de nos processos de sua construção. Sem querer negá-los, acaba-se levando os alunos a acreditarem que em ciência existe uma verdade que é descoberta (não construída) a cada dia por seres superdotados”.

Assim, entendemos existir uma relação muito estreita entre a educação bancária e o ensino tradicional. No ensino tradicional “o aluno é considerado uma ‘jarra vazia’ na qual o professor irá ‘despejar’ o conhecimento” (Bellucco e Carvalho, 2014), suprimindo a importância do social existente na comunidade científica que envolve a troca de ideias e dos confrontos entre interpretações (Kuhn apud Carvalho, 2009). Segundo Senra e Braga (2014),

“Nesse tipo de ensino, frequentemente denominado de ensino tradicional, o professor é tido como centro do processo, tendo por função apresentar o que é certo

ou errado e os caminhos que se deve seguir para dar ‘respostas certa’ na avaliação. A maioria dos alunos coloca o professor como maior responsável pelo processo de aprendizagem e espera passivamente que ele apresente as respostas e soluções para os problemas encontrados” (Senra e Braga, 2014).

A educação “bancária” é presa à memorização de termos, onde o professor “enche” os alunos através de “depósitos”, sem que haja negociação através da linguagem como meio para aquisição da alfabetização científica na sala de aula (Freire, 1997). As metodologias tradicionais, usualmente utilizadas no ensino de Ciências, ocorrem sem o real interesse de saber os conhecimentos prévios dos alunos. A educação bancária e a tradicional se igualam, pois, mantém os alunos passivos no processo de ensino aprendizagem.

Pereira et. al. (2016), destacam quatro justificativas que os professores ainda apresentam para a manutenção do método tradicional: a falta de infraestrutura e material didático como fatores negativos no processo de ensino e aprendizagem em Ciências; a falta, principalmente, de laboratórios de Ciências nas escolas; a resistência dos coordenadores pedagógicos e diretores quanto ao ensino de Ciências como um fator que os impede de mudar suas metodologias; excesso de alunos por turma.

Em contrapartida à educação bancária no ensino de Ciências, Sasseron e Duschl (2016) citam que:

“Tomamos como pressuposto a importância de que o ensino de ciências traga para o centro da discussão aspectos que transitam entre os conceitos, as leis, os modelos e as teorias científicas e os elementos epistemológicos das ciências, tornando parte dos temas em discussão em aula os processos e métodos de investigação e as análises realizadas ao longo de sua execução e os fatores que balizam as escolhas por eles. Nosso entendimento é que, deste modo, os alunos têm a oportunidade de compreender as ciências como área de pesquisa, como área que produz conhecimento e que constrói, observa e aprimora regras e práticas, em um mecanismo interno de avaliação constante” (Sasseron e Duschl, 2016).

Muitos autores (Carvalho, 2009; Ferraz, 2017; Senra e Braga, 2014) defendem que aprender ciências, ser alfabetizado cientificamente, envolve o aprendizado da prática científica propriamente dita. Neste sentido, espera-se que os alunos façam aquilo que é próprio das ciências: investigar situações problemáticas.

Para tanto, uma possibilidade seria as abordagens didáticas criarem, no contexto escolar, um ambiente investigativo, de tal forma que os estudantes possam engajar-se nas práticas associadas ao fazer científico (Ferraz, 2017). E para que isso ocorra, o professor pode dispor das atividades investigativas que são aulas envolvendo situações problemas para serem

resolvidos pelos alunos, já que “todo conhecimento é resposta a uma questão” (Bachelard apud Carvalho, 2014). Ou seja, a alfabetização científica pode decorrer de práticas em sala de aula envolvendo atividades investigativas.

Muitos discentes consideram as atividades investigativas como sendo atividades aplicadas apenas em ambientes de laboratório, e dentro dessa visão, muitas são as desculpas que aparecem para justificar o não uso dessas atividades, principalmente as que têm por base a falta de espaço adequado, falta de material específico, periculosidade das atividades, ou ainda a falta de tempo para realizá-las (Benedito, 2017), continuando, assim, a prática do ensino bancário.

Entretanto, as Atividades Investigativas, no processo de ensino, não necessariamente precisam ocorrer em um laboratório. Assim, Zômpero e Laburú (2011), “descrevem que uma atividade investigativa pode ser vista por diferentes abordagens, dependendo do autor que a trata”. Elas podem ocorrer na própria sala de aula ou em outros setores da escola, ou ainda em espaços extras escolares com a utilização de vários materiais ou procedimentos paradigmáticos tais como jogos, vídeos, softwares, dinâmicas de grupo ou individuais, demonstrações, experimentos, ou umas perguntas instigadoras.

Para Oliveira (2010), é importante que o docente tenha em mente a possibilidade de praticar atividades investigativas sem a necessidade de materiais e locais específicos, pois tais atividades trazem contribuições ao ensino, como motivar os alunos, quebrar a rotina em sala de aula, desenvolver a capacidade de trabalhos em grupo, de observações e registro de informações, estimular criatividade, permitir ao aluno aprender conceitos científicos e elaborar”. Outrossim, Marcondes e Stuart (2009), destacam que:

“As atividades experimentais investigativas devem propiciar discussões, elaboração de hipóteses, interpretação de dados e elaboração de conclusões, favorecendo, assim, as relações entre os níveis fenomenológicos e teóricos das ciências, permitindo a discussão entre os saberes prévios dos alunos e os conhecimentos sistematizados do professor. Essa perspectiva, para os autores, facilita a aquisição de conteúdos procedimentais relativos à prática científica na resolução de um problema” (Marcondes e Stuart, 2009).

É necessário ressaltar que “o professor é a figura-chave no desenvolvimento de [...] atividades (investigativas) e, por esse motivo, é importante discutir alguns pontos relacionados à sua atitude em sala de aula” (Assis, 2017). De tudo o que foi discutido até agora, pode-se perceber que a atividade de um docente vai muito além do ato de ministrar

aula, mas a dúvida é como desenhar o desenvolvimento dos temas tendo como proposta didática o uso de atividades investigativas a serem realizadas pelos alunos?

Segundo Silva et al (2013), a resposta atribui-se numa nova postura do professor na sala de aula, a de um mediador e facilitador da aprendizagem, propiciando aos alunos a possibilidade de autonomia no sentido de conhecer as ideias principais envolvidas no estudo; planejar, prever, executar e rever procedimentos; dinamizar seu raciocínio; e se capacitar como sujeitos da ação e como consequência de sua própria aprendizagem. Em resumo, é necessário que o professor medie um processo no qual o aluno "aprenda a aprender".

Essa mudança de paradigma educacional não é fácil para o professor habituado ao ensino bancário, onde a centralização do intelectual está na sua figura, nem para a sociedade (coordenação pedagógica, pais e os próprios estudantes). Ceder tempo e espaço das aulas para que os alunos venham a pensar e resolver os problemas com os colegas muitas vezes é um obstáculo muito difícil de transpor (Carvalho, 2014).

Nessa mudança de atitude profissional, o docente deve entender que a descentralização intelectual e a autonomia do aluno é fundamental nas atividades investigativas, isto é, é preciso levar os estudantes a terem a oportunidade de compartilhar suas ideias relacionadas ao conteúdo e também terem a liberdade de explicar e defender seus pontos de vista sobre o problema e dessa forma elaborarem e refinarem seus pensamentos aprofundando sua compreensão do tema bem como da natureza do desenvolvimento da Ciências (Carvalho, 2014).

Outro fator relevante é a autonomia dos alunos, na sala de aula, no ensino com utilização de atividades investigativas, pode muitas vezes ser confundida com o pensamento de deixar os alunos comandarem a aula. Segundo Carvalho (2009), “um professor que permite que os alunos façam o que quiserem está muito longe de ser alguém com quem eles colaborarão”. A definição de professor – mediador também está no fato de que os alunos não estão totalmente livres no seu processo de ensino – aprendizagem e que devem obedecer às regras discutidas e explicadas no meio docente. Se o docente levar o aluno a entender que há uma lógica para a existência das regras, eles irão entendê-las e respeitá-las (Op. Cit.).

Na proposta do professor – mediador, os alunos devem obedecer, mas uma obediência que não inibe sua participação intelectual e que reflete uma disposição de cooperar sem coerção, assim ajudando-os na construção de suas próprias razões morais e, portanto, sua autonomia (Kamii e Devries apud Carvalho, 2009). Carvalho (2009) pontua que “ter uma

classe obediente somente ‘porque eu mandei’, faz com que os alunos fiquem cada vez mais apáticos”.

O processo da alfabetização científica considera que o professor saiba mediar a autonomia dos seus alunos, porque segundo Carvalho (2014), a diretriz principal de uma atividade investigativa é o grau de liberdade intelectual dado ao aluno:

“A liberdade de perguntar ‘por quê’ e de pensar de modo diferente deve ser vista pelo aluno e pelo professor como uma atitude e desejável na classe. É necessário dar espaço para que surjam ideias maravilhosas’, isto é, ideias que levem os alunos a superar obstáculos conceituais” (Duckworth apud carvalho, 2009, p. 28).

Saber o papel do “erro” dos alunos na construção do conhecimento é outra postura que o professor deve assumir nas aulas. Assim, trabalhar com o erro dos discentes em atividades investigativas é transformá-lo em situações de aprendizagem. Como já foi visto, a linguagem científica é construída continuamente, na tentativa de explicar o mundo, pois os cientistas não propõem interpretações únicas e somente corretas para os fenômenos observados (Carvalho, 2009).

Silva et al (2013) constataam que as crianças ao proporem interpretações sobre o que acreditam e ao tentarem explicar o observado, podem dar origem a explicações incorretas. Nesse momento, elas entram em contato com o que é realmente a prática científica e o papel do professor é mediar, no diálogo, ideias de contraexemplos na tentativa de levá-las a conflitos cognitivos ou dando-lhes novos conhecimentos, criando condições para que elas mesmas possam superar o erro.

Além disso, é o professor que propõe problemas a serem resolvidos, que irão gerar ideias que, sendo discutidas, permitirão a ampliação dos conhecimentos prévios. Assim o professor promoverá oportunidades para reflexão, indo além das atividades puramente práticas, estabelecendo métodos de trabalho colaborativo e um ambiente na sala em que todas as ideias são respeitadas (Carvalho, 2009).

Percebemos que o professor ao trabalhar com a preparação das atividades investigativas, assume a postura de um guia comprometido com a mediação da (re)construção de conhecimentos dos alunos através da resolução de problemas (Carvalho, 2009).

Dessa forma o professor deve ajustar o tema das atividades investigativas, na estratégia de construir com os alunos a passagem do saber cotidiano para o saber científico, através da investigação e do próprio questionamento acerca do fenômeno. Para isso, Driver

apud Carvalho (2009), propõem os seguintes caminhos que um professor mediador deve obedecer:

- 1) identificação das ideias dos alunos;
- 2) questionamento das referidas ideias mediante contraexemplo;
- 3) inversão ou introdução de novos conceitos;
- 4) utilização das novas ideias em diversos contextos.

Encerramos essa seção discutindo o papel das atividades investigativas nos documentos oficiais. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) enfatizam a importância de estimular a capacidade dos discentes de “pesquisar, buscar informações, abalizá-las e selecioná-las, além da capacidade de aprender, criar, formular, ao invés de um simples exercício de memorização, o estudante deve ser capaz de formular questões, diagnosticar e propor soluções para problemas reais” (Senra e Braga, 2014).

Ainda segundo o documento, os alunos desenvolvem, através de sua convivência social, fora do ambiente escolar, uma linguagem coloquial (signos e significados), envolvendo os fenômenos das ciências naturais, apesar de que muitos desses se assemelham com a linguagem científica. Logo, de alguma forma esses signos evocam sentidos que satisfazem as curiosidades dos alunos para suas indagações (Brasil, 1997, p. 77).

Ainda em Brasil (1997, p. 77), a linguagem coloquial deve ser “o ponto de partida para o trabalho de construção da compreensão dos fenômenos naturais, que na escola se desenvolve”. É importante envolver esses sentidos em situações que são insuficientes nas explicações de fenômenos, e afins de que eles sintam a necessidade de procurar novos sentidos e (re)construí-los ou ampliá-los. Nesse viés, os PCNs concluem que “é preciso que os conteúdos a serem trabalhados se apresentem como um problema a ser resolvido” (Brasil, 1997). Portanto,

“[...] uma questão toma a dimensão de um problema quando suscita a dúvida, estimula a solução e cria a necessidade de ir em busca de informações para que as soluções se apresentem. Implica, ainda, confrontar soluções diferentes, analisa-las e concluir sobre a que melhor explica o tema em estudo” (Brasil, 1997, p. 83).

Logo o documento sugere que o conteúdo de Ciência a ser trabalhado nas aulas deve decorrer de um desafio ou uma atividade investigativa a ser resolvido pela criança (Filho, 2017). Portanto, mediante as atividades investigativas o professor poderá mediar os confrontos de ideias,

“O professor poderá promover a desestabilização dos conhecimentos prévios, criando situações em que se estabeleçam os conflitos necessários para a aprendizagem – aquilo que estava suficientemente explicado não se mostra como tal na nova situação apresentada. Coloca-se, assim, um problema para os alunos, cuja solução passa por coletar novas informações, retornar seu modelo e verificar o limite dele” (Brasil, 1997, p. 77).

Os PCNs observam que a situação – problema do trabalho a ser definido pelo professor no processo de ensino – aprendizagem das Ciências deve fazer sentido para os alunos, adequando às suas possibilidades cognitivas.

As atividades investigativas constituem-se em uma das principais fontes na busca de informações. Nesta modalidade de ensino, o aluno busca não somente por meio da manipulação de materiais, mas, principalmente, através de um processo intrinsecamente dinâmico, havendo confrontos de ideias entre seus colegas ou aquelas do professor. Desta forma, após a atividade investigativa ter sido realizada, o aluno lança um “novo olhar” sobre sua hipótese inicial e pode verificar os limites do seu modelo explicativo (Brasil, 1997, p. 77-84).

#### **1.4 Atividades investigativas e o desenvolvimento da argumentação**

Iniciamos essa seção conceituando a palavra argumentação. Para o dicionário Aurélio (2002), a palavra argumentação deriva da palavra argumento e tem os seguintes significados: Raciocínio de que se tira consequência; Objeção; Razão, prova; Texto com a ação, os diálogos e as indicações técnicas para a realização de uma obra cinematográfica ou televisual; Explicação resumida.

Cada um dos elementos nominais que implicam uma relação de dependência com o predicado da frase.

No contexto das pesquisas em educação e ensino de ciências, Ferraz e Sasseron (2017), conceituam argumentação como sendo:

“Um ato discursivo plural que se caracteriza como um processo pelo qual um indivíduo, ou grupo de pessoas, buscam tornar claro um determinado fenômeno, situação ou objeto, por meio da emissão de alegações que, invariavelmente, são suportadas por justificativas e outros elementos que lhe conferem validade perante uma determinada audiência” (Ferraz e Sasseron, 2017).

Para Silva e Trivelato (2017), o argumento, na prática investigativa, julga as explicações a ser validadas ou não. As explicações precisam ser validadas pelos meios

acadêmicos, já que existem múltiplas explicações para qualquer fenômeno. Na própria sala de aula, cabe o julgamento por argumentos na medida em que vão se tornando coerentes, plausíveis e abrangentes as explicações (Osborne e Patterson, 2011).

Com essas características, a argumentação na sala de aula é uma excelente ferramenta para o desenvolvimento de significados no cognitivo do indivíduo (Berland e McNeill, 2012), sendo uma prática científica complementar importante para a construção da linguagem científica.

Para Carvalho (2009, p. 28), nas salas de aulas, deve haver tempo para a comunicação, reflexão e argumentação entre os alunos. Esses são fatores relevantes para o desenvolvimento da racionalidade e dos conteúdos metodológicos e atitude. A interação do aluno com seus colegas é imprescindível na construção, eminentemente social, de um novo conhecimento. Como explica Duschil apud Carvalho (2009, p. 29), “quando se aumentam as oportunidades de discussão e de argumentação, também se incrementa a habilidade dos alunos de compreender os temas ensinados e os processos de raciocínio envolvidos”.

Na utilização das atividades investigativas, o tempo destinado para as explicações dos discentes acerca de suas resoluções da situação-problema é um aspecto essencial (Carvalho, 2009). Nesse momento, o professor deve utilizar a argumentação para que aconteça a aquisição da linguagem científica. É através da utilização de argumentos, dos próprios questionamentos acerca da investigação do aluno, que o professor constrói a passagem do saber cotidiano para o saber científico (Carvalho, 2014). A autora afirma que “encontramos a argumentação como uma atividade mais importante na construção do conhecimento científico pelos alunos, assim como também na Ciência”.

Avaliar a aprendizagem do estudante e o desenvolvimento da argumentação nos contextos de ensino e aprendizagem, em particular em atividades investigativas é um desafio. Vários autores (Silva e Trivelato, 2017; Ferraz e Sasseron, 2017; Franco e Munford, 2013) se utilizam de uma ferramenta de análise produzida Toulmin apud Sasseron e Carvalho (2014). Essa ferramenta é conhecida como o "modelo" ou "padrão" de Toulmin. OP. Cit., apresentando uma estrutura do que vem a ser um argumento; apresenta, também, uma metodologia que facilita a análise e a classificação das contribuições dos alunos no processo argumentativo que pode ser validado em uma atividade investigativa. A ferramenta de Toulmin ajuda a “identificar e analisar como ocorre o trabalho com dados, evidências e variáveis em sala de aula” (Sasseron e Carvalho, 2014). O modelo de Toulmin permite examinar elementos constitutivos básicos da argumentação, como as evidências.



Para entendermos melhor o conceito de evidência precisamos conceituar os elementos “dados” e “conclusão” no modelo de Toulmin. Dados, segundo Sasseron e Carvalho (2014), são “os fundamentos com os quais se constrói o suporte à conclusão” e conclusão segundo Silva e Trivelato (2017), “é a afirmação apresentada ao público para avaliação”. Quando falamos em uso de evidência, entendemos como um conjunto de dados que sustentam uma conclusão (Franco e Munford, 2017).

Sasseron e Carvalho (2014) discorrem que somente os dados não são suficientes para validar a conclusão, são necessárias informações adicionais que Toulmin conceitua como a “garantia”. Op. Cit., “permitem entender como se vincula e se constrói a relação que vai dos dados à conclusão”. Op. Cit., Toulmin se preocupou com os casos em que explicitar dado, garantia e conclusão não é suficiente para tornar o argumento aceito e apresentou os elementos que são o apoio, o refutador e o qualificador.

Silva e Trivelato (2017) conceituam respectivamente esses elementos:

“Apoio é constituído por generalizações que tornam explícito o corpo de experiências invocadas para dar confiabilidade à justificativa dada. O refutador são as condições ou circunstâncias nas quais a conclusão não é válida e, finalmente, o qualificador delimita qual é a força da conclusão a partir da justificativa apresentada” (Silva e Trivelato, 2017).

Entendendo o modelo padrão de Toulmin e a sua utilização, concluímos que a “argumentação científica refere-se ao uso de dados como evidência para sustentar um enunciado e este, por sua vez poder ser uma explicação” (Silva e Trivelato, 2017).

É necessário que o docente saiba identificar o processo da evolução dos argumentos dos seus alunos na alfabetização científica, pois segundo Ferraz e Sasseron (2017):

“O processo de argumentação dos estudantes exige que eles sejam capazes de elaborar hipóteses, relacionando-as com dados de diferentes naturezas e estabelecendo garantias que corroborem suas alegações. Sendo assim, compreendemos que quando o professor solicita que os estudantes provem seu ponto de vista, ou seja, reformulem suas respostas de forma a dar mais clareza e sentido ao que estão alegando, ele está incitando os alunos a construírem justificativas para conclusões. Do mesmo modo, para que os estudantes possam se posicionar, sentindo-se acolhidos a julgarem distintos enunciados, o professor necessita oferecer oportunidade para que isso ocorra. Nesse caso, lançar de volta um questionamento dos estudantes ajuda no favorecimento de interações e participação ativa no processo de construção de ideias” (Ferraz e Sasseron, 2017).

Nessa perspectiva, o professor deve realizar ações que promovam o desenvolvimento do processo de argumentação nos estudantes em uma aula investigativa, assim, permitindo e promovendo situações em que ocorram as interações discursivas na classe.

### **1.5 Noções epistemológicas do Planeta Terra no Cosmo.**

Utilizamos as classificações das noções epistemológicas das crianças apresentadas por Nardi et al (1996), que propõem a divisão em quatro noções: iniciando da menos elaborada (noção 1) para a mais elaborada cientificamente (noção 4) sobre o espaço, a forma e força gravitacional do planeta Terra para a análise do teste diagnóstico da segunda etapa da SEI gravidade.

Noção 1- Os alunos não reconhecem o planeta como um globo esférico e nem o situam no espaço cósmico, esses casos, representam o planeta como um plano e os astros estarem paralelos a este plano.

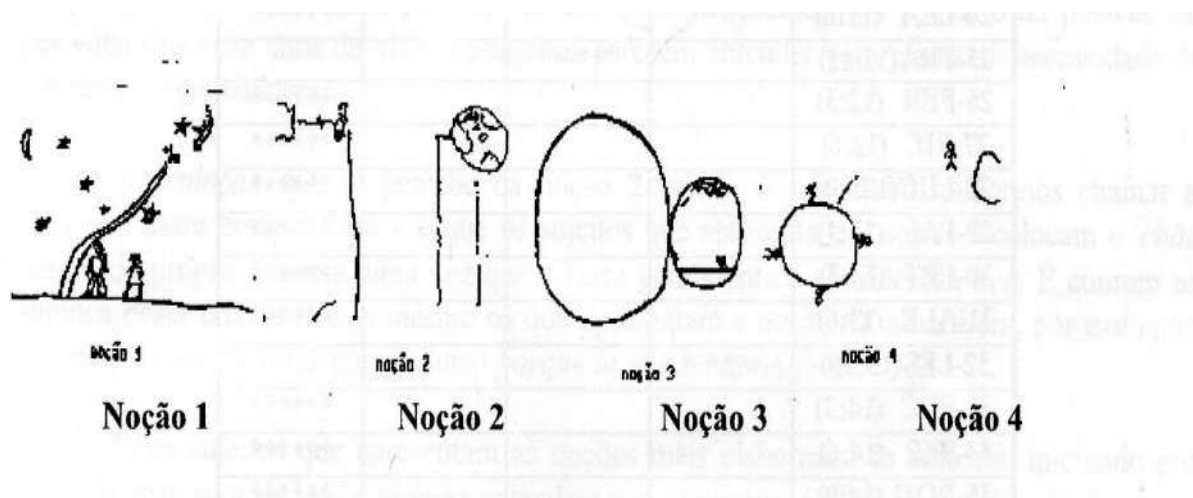
Noção 2 - são os discentes que já admitem a natureza esférica e espacial da Terra, mas a característica principal é o fato de ignorarem o efeito gravitacional da Terra, ou seja, objetos soltos por um astronauta cairiam para um chão imaginário que ficaria de baixo da Terra (Nardi et al, 1996).

Noção 3 - nessa categoria os alunos concebem o planeta como esférico, mas acreditam que a Terra seja “oca”, ou seja, o “chão” e o “céu” ficam dentro do planeta, onde o “chão” fica na parte inferior interna e o “céu” na parte superior interna.

Noção 4 - nessa categoria são classificados os sujeitos que apresentam as noções mais elaboradas dos dados, tais como: noções próximas da linguagem científica, em que a pedra é atraída na direção do centro do planeta, e também que as pessoas vivem ao longo da superfície da Terra.

Nardi et al (1996), resumem com a Figura 2 os desenhos representativos de cada um dos principais grupos, as noções sobre o espaço, a forma e força gravitacional do planeta Terra.

Figura 2 – Resumo de desenhos que mostra os principais grupos, as noções sobre o espaço, a forma e força gravitacional do planeta Terra. Classificando da menor (noção 1) para a mais elaboradas conceitualmente (noção 4).



Fonte: Nardi et al (1996).

## 1.6 Piaget, o desenvolvimento cognitivo e as atividades investigativas

É de fundamental importância conhecer a teoria de desenvolvimento cognitivo de Piaget e de que forma ela pode contribuir para a elaboração das atividades investigativas, pois o professor tem que tomar cuidados importantes ao elaborar situações – problema a serem desenvolvidos em sua aula. Um deles, conforme já foi citado pelos PCNs é adequar os problemas às possibilidades cognitivas dos discentes, pois segundo Moreira (2015), a implicação mais explícita da teoria de Piaget para o ensino é a de que se deve respeitar o nível de desenvolvimento cognitivo do aprendiz para ocorrer à assimilação.

A assimilação são esquemas que o sujeito constrói na interação com o mundo em seu cognitivo. O sujeito tende a integrar suas estruturas psicológicas em sistemas coerentes para abordar a realidade. Quando em determinado momento o indivíduo não consegue apropriar-se da situação, ele desiste ou modifica sua estrutura cognitiva.

Caso ocorram modificações, novos esquemas de assimilação no cognitivo surgem para que o indivíduo consiga assimilar a situação – problema vivenciado. Ocorre o processo que Piaget (2010), chama de “acomodação”. E é através das acomodações que acontecem as construções de novos conhecimentos, novos esquemas de assimilações, ou seja, que se dá o desenvolvimento cognitivo. Para Piaget, no equilíbrio entre assimilação e acomodação para uma determinada situação, onde novos esquemas de assimilação já foram acomodados,

quando o indivíduo já consegue explicações coerentes à situação, ocorreu a “equilibração” (Piaget, 2010).

O processo da Alfabetização Científica através das atividades investigativas significa provocar o desequilíbrio na mente dos alunos, estimulando-os a construir hipóteses acerca da situação - problema que foi proposta, potencializando a argumentação e a busca de possíveis explicações casuais para os fenômenos observados (Carvalho, 2014, p. 46), ocorrendo assim, uma nova acomodação, isto é, ocorrendo um reequilíbrio no cognitivo e havendo a aprendizagem. Para Piaget (2010), esse processo é denominado de equilibração majorante, e “o mecanismo de aprender da criança é sua capacidade de reestruturar-se mentalmente buscando um novo equilíbrio (novos esquemas de assimilação para adaptar-se à nova situação)”.

A importância dos saberes prévios em uma aula envolvendo atividade investigativa se dá ao fato dos alunos, inicialmente, utilizá-los para explicar a situação – problema e cabe ao professor estimulá-los a alcançar, através de questionamentos, a “acomodação”, ou seja, fazer com que os alunos alcancem a equilibração majorante, e ainda possibilitar aos discentes argumentarem cientificamente e dominarem as três linguagens: a cotidiana, a científica e a matemática (Carvalho, 2014).

As atividades investigativas são acompanhadas de situações problematizadoras, questionadoras e de diálogos, envolvendo a resolução de problemas e levando à introdução de conceitos. Porém, toda essa investigação deve ser fundamentada e fazer sentido para os alunos, de modo que os discentes saibam o porquê de estarem investigando o fenômeno que a eles foi apresentado (Carvalho, 2014, p. 47). As atividades propostas só vão de fato fazer sentido para os alunos se elas estiverem compatíveis com nível de desenvolvimento mental (período) dos alunos (Moreira, 2015, p. 103). Assim, Moreira (2015), “Ensinar (educar) seria criar situações (seriadas e graduadas, compatíveis com o nível de desenvolvimento da criança) ” que possibilitem a equilibração majorante.

Segundo Moreira (2015, p. 96), Piaget distingue quatro períodos gerais de desenvolvimento cognitivo: sensório-motor, pré-operacional, operacional-concreto e operacional formal.

O período sensório-motor inicia do nascimento e dura um intervalo de dois anos, nesse estágio a criança imagina ser o centro do meio e todos os outros objetos existem em função dela, como eles sendo parte sendo do seu eu e tudo o que a criança vê é uma extensão do seu próprio corpo. Ao longo dos dois anos a criança evolui cognitivamente, passando por

estágio dentro do período, porquanto ocorrendo a descentralização do seu próprio corpo com o meio e percebendo-se como um objeto entre os demais (Moreira, 2015, p. 96).

O período seguinte é o pré-operacional, que vai dos dois anos aos seis ou sete anos, já com o domínio da linguagem, dos símbolos e imagens mentais, iniciando uma nova etapa do desenvolvimento mental da criança. O indivíduo continua com perspectivas egocêntricas e suas explicações são dadas em função de suas experiências, podendo não coincidir com a realidade (Moreira, 2015, p. 97).

O período operacional-concreto geralmente se inicia por volta dos 7 a 8 anos de idade, e se estende até os 11 ou 12 anos. Nele ocorre uma descentralização bastante progressiva do egocentro com o meio. A criança já é capaz de pensar no todo e nas partes simultaneamente. Um ponto importante nesse período é a incidência direta sobre os objetos reais para a aprendizagem, pois segundo Piaget a criança não é capaz de operar com hipóteses e recorre a objetos e acontecimentos concretos, presentes no momento (Moreira, 2015, p. 98).

No último período, operacional formal, ao contrário do período antecessor, o indivíduo já é capaz de trabalhar com hipóteses verbais e não precisa do concreto, pois já tem a capacidade de racionar e manipular proposições. O ponto chave desse período é a capacidade de manipular construtos mentais e reconhecer relações entre esses construtos. Esse período inicia por volta dos onze ou doze anos e prolonga-se até a idade adulta (Moreira, 2015, p. 98).

Para Moreira (2015): “cabe, contudo, destacar que, ao longo do desenvolvimento mental de uma criança, a passagem de um período para outro não se dá de maneira abrupta. Cada período tem as características predominantes anteriormente descritas”.

É importante ter o conhecimento desses períodos de desenvolvimento cognitivos das crianças na busca da eficiência da aprendizagem ao elaborar as atividades investigativas, para que a mesma faça sentido ao estudante e que nele possa ocorrer a equilibração majorante.

No próximo capítulo vamos apresentar característica de uma SEI e juntamente analisar um levantamento bibliográfico feito com as revistas que tivemos mais contado no decorrer do curso do mestrado.

## Capítulo 2

### Sequências de Ensino Investigativas e Levantamento Bibliográfico

Neste capítulo serão apresentadas inicialmente as características de uma sequência de ensino investigativa (SEI). A seguir, serão discutidos os resultados do levantamento bibliográfico realizado, tomando como base cinco revistas de ensino brasileiras (Caderno Brasileiro em Ensino de Física, Experiências em Ensino de Ciências, Investigação em Ensino de Ciências, Revista Brasileira de Ensino de Física e Revista Brasileira de Pesquisa em Educação de Ciências) no tema ensino investigativo, com particular ênfase aos trabalhos em ensino no estado do Pará.

#### 2.1 Sequências de ensino investigativo

O conteúdo didático dessa dissertação foi baseado nos trabalhos de Carvalho et al (2009), Carvalho et al (2011) e Carvalho (2011) para criar atividades investigativas que foram utilizadas para auxiliar no processo de alfabetização científica nas aulas de Ciências, tendo como conceito físico base o campo gravitacional. Essas obras apresentam as Sequências de Ensino Investigativas (SEIs) definidas por Carvalho (2014) como sendo um “conjunto organizado e coerente de atividades investigativas, integradas para trabalhar um tema, sendo que a diretriz principal de cada uma das atividades é o questionamento e o grau de liberdade intelectual dado ao aluno”.

Uma SEI tem como base três ideias centrais envolvendo o aluno na aplicação em sala de aula: a primeira, segundo Carvalho (2014), é o “princípio que a construção do conhecimento científico requer a participação dos estudantes na (re) construção dos conhecimentos que habitualmente se transmite já elaborados”.

Como já foi visto, a primeira ideia está de acordo com um dos princípios da alfabetização científica, que é o envolvimento do aprendiz na prática científica propriamente dita. Carvalho argumenta que essa ideia tem o objetivo de fazer com que o aluno saia da passividade, deixando de ser um observador nas salas de aula, influenciando diretamente em sua aprendizagem e desenvolvendo habilidades de pensar, agir, interferir, argumentar, interpretar e analisar. Ainda segundo a autora, o professor espera que a participação direta dos discentes no processo de ensino – aprendizagem desenvolva, também, as habilidades de

levantamento de hipóteses, defesa de sua explicação diante da turma e utilização da teoria aprendida como justificativa de suas ideias.

O segundo princípio é a valorização da construção do social. Esse princípio está centrado na construção do conhecimento, envolvendo a interação social como um veículo fundamental para a transmissão dinâmica do conhecimento social, histórico e cientificamente construído (Moreira, 2011). O ponto chave para essa transmissão, na sala de aula, é a argumentação entre os alunos. Assim, para Carvalho (2014), com base no segundo princípio, as SEIs devem ser planejadas e realizadas buscando enfatizar as atividades em grupo para a discussão de questões específicas.

O terceiro princípio está centrado no desenvolvimento da argumentação durante as atividades, validando explicações ou não dos alunos, para que estes alcancem a passagem da linguagem coloquial - signos e significados adquiridos e transmitidos em sua vida social - para a linguagem científica, a qual tem significado preciso no mundo acadêmico e, em muitos casos, conceitos formulados matematicamente.

As SEIs fundamentadas nesses três princípios deixam os alunos no centro da alfabetização científica, porquanto oferecem a possibilidade do domínio da linguagem científica, (re)construção do conhecimento ao longo de atividades práticas investigativas e além do mais, levam os discentes a reconhecerem que o conhecimento científico está imerso em contextos sociais, culturais e históricos, como já foi citado no capítulo 2.

## **2.2 Um breve estudo da produção científica em ensino por investigação no Brasil**

Esta revisão sobre o ensino por investigação foi realizada a partir de levantamento de trabalhos já publicados em revistas de ensino de Ciências no Brasil que nos propiciou uma visão geral das pesquisas mais atualizadas realizadas na área de ensino por investigação nos últimos cinco anos (2013-2017).

A pesquisa contemplou publicações referentes a artigos sobre o ensino de Ciências Naturais na educação no Brasil, principalmente trabalhos que abordam o método investigativo. Destacamos nesta revisão os seguintes critérios: número de artigos publicados nos periódicos, ano de publicação, temáticas (Formação de Professores, Questões Abertas, Material Didático, Conteúdo e Métodos, Revisão Literária, Laboratório Aberto, Uso de Software), quantidade de publicações por ano e algumas conclusões de autores que aplicaram SEIs no ensino fundamental menor.

O trabalho de revisão literária foi realizado em revistas especializadas, englobando somente trabalhos em português. Primeiramente, iniciamos a pesquisa na plataforma de dados SCIELO (Scientific Electronic Library Online) usando a ferramenta de busca no item título de artigos com as seguintes palavras-chave: “ensino por investigação” ou “ensino investigativo”. A escolha das palavras-chave ocorreu a partir de leituras de livros de Carvalho sobre ensino por investigação. Nesses critérios somente um trabalho foi localizado, o de Bellucco e Carvalho (2014).

Posteriormente, modificamos a busca, abrangendo artigos em periódicos nacionais nos quais tivemos mais contato no percorrer do curso, classificados como A2, B1 e B4 no Qualis 2016-2017 da Capes na área de Ensino, apresentados no Quadro 2.

Quadro 1- Periódicos pesquisados.

Qualis	Periódico
A2	Investigações em Ensino de Ciências Revista Brasileira de Ensino de Física
B1	Caderno Brasileiro em ensino de Física Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências
B4	Experiências em Ensino de Ciências

Fonte: Autor. (2018)

Nesse segundo levantamento, ao invés de utilizar as palavras-chave acima, fizemos uma leitura detalhada de todos os títulos, resumos, palavra chave e um aprofundamento criterioso nas metodologias para verificar se os trabalhos seguiram os critérios do ensino por investigação, para identificar os artigos mais alinhados ao tema da pesquisa, resultando em 26 artigos. O quantitativo dos artigos publicados nos periódicos, sobre o tema em análise, se encontra na Tabela 1.

Tabela 1 - Quantitativo de artigos por periódicos por ordem crescente.

Periódico	Número	%
Revista Brasileira de Ensino de Física	1	3,8
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	2	7,6
Investigação em Ensino de Ciências	3	11,4
Caderno Brasileiro de Ensino de Física	4	15,2
Experiências em Ensino de Ciências	16	62,0
Total	26	100

Fonte: Autor. (2018)



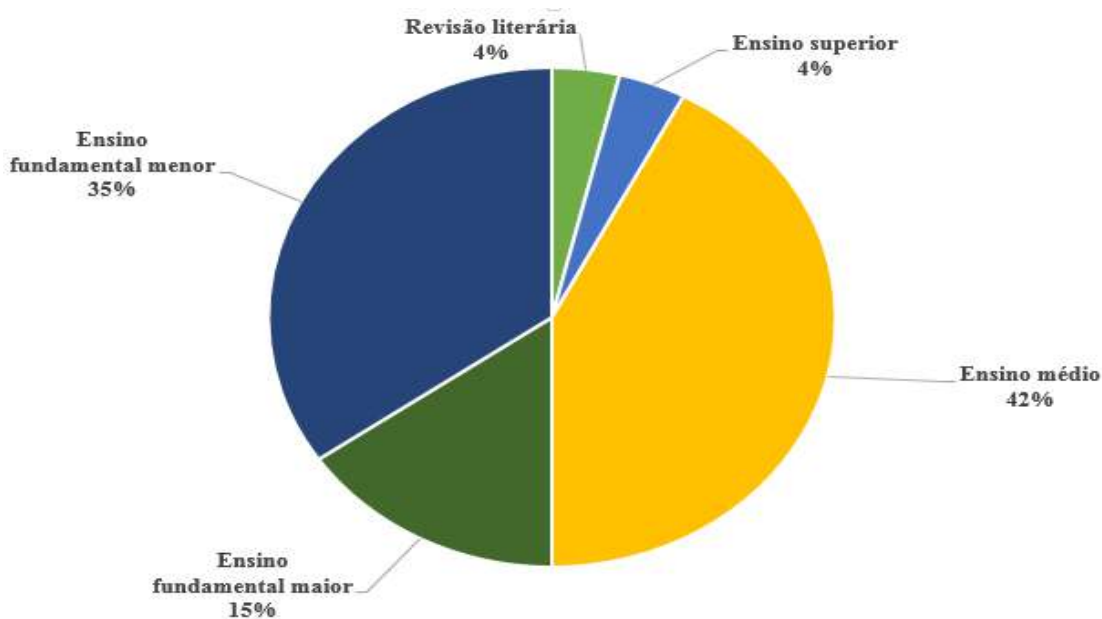
No que diz respeito ao nível de ensino considerado em cada artigo, Tabela 2 e Gráfico 1, pode-se constatar que em 42% (n=11) dos trabalhos é dado ênfase ao Ensino Médio. O Ensino Fundamental compreende 50% (n=13), sendo que n=9 trabalhos foram aplicados no Ensino Fundamental Menor (do 1º ao 5º ano) totalizando 35% do total e n=4 no Ensino Fundamental maior (do 6º ao 9º ano) totalizando 15%. Já 4% dos trabalhos se referiam ao Ensino Superior (n=1) e 4% (n=1) dos artigos não são classificados nos níveis de ensino, pois tinham como estudos apenas revisões literárias no tema de ensino por investigação. Essa pesquisa é consistente com um levantamento similar feito por Soares (2018).

Tabela 2 - Quantitativo de artigos por níveis de ensino.

Nível de ensino	N	%
Revisão literária	1	4
Ensino superior	1	4
Ensino médio	11	42
Ensino fundamental maior	4	15
Ensino fundamental menor	9	35
Total	26	100

Fonte: Autor. (2018)

Gráfico 1- Quantitativo em porcentagem de artigos por níveis de ensino



Fonte: Autor. (2018)

A tabela 2 junto com o Gráfico 1 mostra o quanto o ensino investigativo em ciências está sendo inserido cada vez mais nos anos iniciais, totalizando 50% dos artigos encontrados no ensino fundamental.

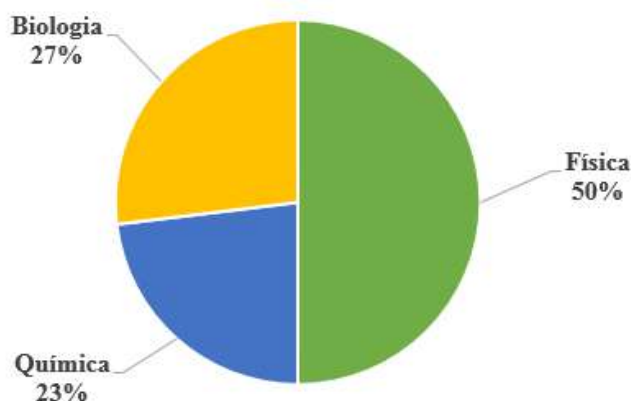
Em relação às disciplinas das ciências naturais (Física, Química e Biologia), Tabela 3 e Gráfico 2, dos 26 artigos pesquisados envolvendo ensino por investigação, em 50% (n=13) é dado ênfase ao ensino de Física. O ensino de Biologia compreende 27% dos artigos (n=7), enquanto que o ensino de Química é abordado em 23% (n=6) desses trabalhos.

Tabela 3 - Quantitativo de artigos por disciplina

Disciplina	N	%
Física	13	50
Química	6	23
Biologia	7	27
Total	26	100

Fonte: Autor. (2018)

Gráfico 2 - Quantitativo em porcentagem de artigos por disciplina



Fonte: Autor. (2018)

A tabela 3 junto com o gráfico 2, mostra que, entre as disciplinas das ciências naturais, a Física é a mais escolhida para se trabalhar o ensino por investigação.

Apresentamos a seguir as temáticas metodológicas dos artigos envolvendo o ensino por investigação na alfabetização científica, com o auxílio da Tabela 4.

Tabela 4 - Quantitativo de artigos por ano e temática metodológica.

Ano	Formação Professor	Questões Abertas	Material Didático	Conteúdo /Métodos	Revisão Literária	Lab. Aberto	Uso de Software	Total	%
2013		1		1		3		5	19,2
2014	1		1	1		2		5	19,2
2015						3	1	4	15,3
2016	1			1		1		3	11,4
2017	1			3	1	4		9	34,9
Total	3	1	1	6	1	13	1	26	
%	11,4	3,8	3,8	23,4	3,8	50	3,8		100

Fonte: Autor. (2018)

As temáticas metodológicas apresentadas pela tabela 4 serão descritas nos parágrafos abaixo.

Ênfase em formação de professores: compreende três artigos que contém relatos e proposta de formação continuada de professores, voltados para o tema ensino por investigação (Flores et al, 2017; Goi e Santos, 2014; Pereira et al 2016). O primeiro teve como objetivo avaliar em que medida a investigação, como princípio de aprendizagem, pode ser aplicada à alfabetização científica de crianças em anos iniciais e, conjuntamente, identificar indicações de como pode tornar-se instrumento pedagógico na formação de professores. O segundo mostra uma revisão literária, entre os anos 2000 e 2012, com foco nas análises de cursos envolvendo formação de professores, no tema de Resoluções de Problemas, onde se constatou “que o trabalho com a resolução de problemas nos contextos de sala de aula possibilita ao professor o fortalecimento de seus saberes práticos e de sua postura reflexiva” (Goi e Santos, 2014).

O último destaca um relato dos resultados em um curso de formação de professores em ciências naturais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. Voltado para professores dos anos iniciais e baseando-se na metodologia investigativa no ensino de Física, verificou-se a ausência de ações voltadas para a inserção do ensino de Física nos anos iniciais, falta de apoio dos gestores das escolas para o desenvolvimento do tema nas salas de aulas e a necessidade de uma política mais intensa quanto à oferta de atividades formativas para os docentes dos anos iniciais da educação básica, sobretudo a partir da participação mais ativa dos espaços de educação não formal, como os centros e museus de ciências e de educação formal, como também das universidades e institutos federais.

Ênfase em questões abertas: Nesse grupo utilizamos a definição de Carvalho (2014), para quem questões abertas “são questões em que procuramos propor para os alunos

fatos relacionados ao seu dia a dia, problematizado” (Carvalho, 2014, p.89). O artigo que utiliza esse instrumento (Zômpero et al, 2013) apresenta as questões abertas com a seguinte problematização: “o que sentimos quando ficamos sem piscar? E por que sentimos isso? ”, instituindo questões que envolvem a visão (os olhos), em especial a lubrificação e a sua proteção.

Ênfase em uso de softwares: Sousa et al (2015) apresentam um simulador computacional, Movimento de Cargas num Campo Magnético, como natureza investigativa sobre o tema de eletromagnetismo para turma de 3º ano do ensino médio. Busca estimular os estudantes quanto à argumentação e também à elaboração de hipóteses a respeito do fenômeno explorado pela simulação.

Ênfase em construção de material didático: Artigo voltado para a construção de materiais para sala de aula com caráter investigativo foi o de Vinturi et al (2014), com o detalhamento de dificuldades nas construções de SEIs, pelos alunos do programa alunos bolsistas do PIBID-Biologia da Universidade Federal do ABC, que foram aplicadas no Ensino Fundamental e Médio de duas escolas estaduais localizadas em Santo André (SP), no período de 2012 e 2013, no tema de ecologia.

Ênfase em revisão literária: O artigo de Oliveira et al (2017) apresenta uma revisão da literatura no tema de problemas abertos no ensino de Física nos periódicos nacionais e internacionais nos últimos 20 anos, no total de 47 artigos, constatando os seguintes benefícios de se trabalhar a metodologia em sala: favorecimento do trabalho colaborativo e facilidade na transição entre as experiências da vida cotidiana e a compreensão dos conceitos físicos; contribuição para a mudança do ritmo da aula ao estimular os alunos a terem um papel ativo; favorecer a superação das dificuldades conceituais e epistemológicos por parte dos estudantes.

Ênfase em conteúdo e métodos: Os artigos de Franco (2013), Silva e Trivelato (2017) e Ferraz (2017) apresentam a importância das análises evolutivas dos argumentos científicos nos alunos, em dados já obtidos através de aplicações de SEIs em sala de aulas. Destacam a produção de explicações e argumentos em atividades investigativas, sendo o primeiro em turmas de ensino fundamental e os restantes em turmas de ensino médio. Os artigos de Morais et al (2014) e Moreira (2016) abordam a importância do ensino por investigação como uma alternativa de superar o ensino unicamente tradicional, no ensino de Biologia e de Química respectivamente. Sperandio et al (2017) apresenta o uso de SEIs para o letramento de alunos do 1º ano do ensino fundamental, levando-os a interpretar e expressar o

conhecimento na forma de uma linguagem, que pode ser a fala, um texto escrito, um desenho, um jogo, uma maquete, que torne objetiva sua compreensão.

Ênfase em laboratório aberto: Os artigos de Gomide (2013), Silva (2013), Varela (2013), Bellucco e Carvalho (2014), Senra e Braga (2014), Muchenski (2015), Souto (2015), Wesendonk (2015) Taha (2016), Assai (2017), Filho (2017), Mendonça (2017) e Silva (2017) apresentam a alfabetização científica por intermédio de investigações experimentais com o objetivo de levar os alunos a resolverem problemas por meio de levantamento de hipóteses.

Esses experimentos são caracterizados por Carvalho (2014) como trabalhos que não podem ter uma resposta já conhecida, provocando nos alunos a utilização da linguagem da ciência durante as experimentações, assim estabelecendo relações entre variáveis na procura de uma solução. Esses artigos estão nas perspectivas de Borges (2002), de não fazer com que os discentes somente manipulem os objetos e/ou artefatos concretos, e sim envolvê-los no comprometimento da busca de respostas bem articuladas para os problemas colocados. O Laboratório Aberto é mais detalhado no apêndice B.

Destacamos três artigos (Silvia, 2013; Filho, 2017; Sperandio et al, 2017) que utilizaram ensino por investigação com a metodologia Sequências de Ensino por Investigação (SEIs), proposta por Carvalho (2014), no processo de alfabetização científica com alunos do Ensino Fundamental menor, 1º ao 5º ano, pelo fato desta dissertação abordar essa temática.

Retiramos três citações relevantes das conclusões: Silva (2013) utilizou - as com o objetivo de avaliar as percepções dos estudantes sobre a existência do ar, com 3º ano do ensino fundamental, e concluiu que “além de proporcionar prazer e envolvimento dos estudantes, pode conduzir à ressignificação dos conhecimentos prévios e propiciar a apreensão de conceitos científicos”.

Filho (2017), ao trabalhar SEIs com alunos de 08 aos 10 anos envolvendo empuxo, conclui que "atividades como esta estimulam e desenvolvem no aluno a capacidade de formular perguntas e suposições sobre determinado assunto, organizar e registrar informações de diversas formas, como a escrita, desenho e gráficos” (Filho, 2017). Sperandio et al (2017), em sua proposta de aplicação das SEIs com alunos do 1º ano do ensino fundamental destaca que “este ensino proporciona um rico espaço de contato do aluno com diferentes linguagens, oral, escrita, científica, lúdica” (Sperandio et al, 2017).

Ao analisarmos o levantamento bibliográfico realizado, podemos perceber que o ensino por investigação é um processo de grande importância para a alfabetização de diferentes disciplinas, principalmente para as Ciências Naturais no Ensino Fundamental, o que

evidencia que embora haja indícios de um crescimento nas produções nos últimos anos, Tabela 2.2.5, o ensino por investigação ainda é limitado. O número de publicações sobre o ensino por investigação, nos periódicos analisados, no ensino de ciências, mostrou que nos últimos 5 anos, 80% dos periódicos publicaram menos de 5 artigos abordando o tema.

Destacamos finalmente que no Estado do Pará, onde a pesquisa foi desenvolvida, não foi localizado nenhum artigo nos periódicos pesquisado acima, talvez se a pesquisa se estendesse a outros periódicos, possivelmente vamos encontrar artigos relacionados ao ensino por investigação no Estado, pois ressaltamos que existem grupos de pesquisa, como o projeto de Pesquisa, Estudo e Extensão “Formação de Professores de Ciências” da Faculdade de Pedagogia do Campus da UFPA em Castanhal-PA, coordenado pelo Professor Doutor João Malheiro e o “Grupo de Pesquisa em Ensino de Física (GPEF), da Faculdade de Física, e o Instituto de Educação Matemática e Científica (IEMCI), ambos da UFPA em Belém, que vêm destacando a importância sobre as melhorias do ensino por investigação no Ensino de Física na Educação Básica, incentivando professores a desenvolverem, utilizando esse recurso, atividades em suas aulas, contribuindo para a formação de professores.

No próximo capítulo, veremos o perfil do local onde foi o trabalho foi desenvolvido juntamente com a metodologia desse trabalho.

## Capítulo 3

### Metodologia

Neste capítulo destacamos de modo sucinto a característica metodológica deste trabalho, os dados geográficos do município de acordo com o IBGE e as características da escola onde ocorreu a pesquisa de campo.

#### 3.1 O locus da pesquisa

Esse trabalho se define como um relato de experiência juntamente com uma pesquisa qualitativa, pois buscamos análise de dados coletados por meio de ação pedagógica com alunos de uma turma de quinto ano do ensino fundamental, através de análise de filmagem, áudio, observação e relatos escritos, seguindo a forma em que foram apresentados e registrados da aplicação da SEI na alfabetização científica, no ensino de Ciências, com alunos do quinto ano. O trabalho de pesquisa foi realizado com uma turma de dezenove alunos de uma escola de ensino Fundamental pública, na comunidade rural de São Domingos do Capim, município do estado do Pará.

Segundo o IBGE (2015), o município de São Domingos do Capim compreende uma população de 29846 pessoas, que comparado a outros municípios do estado o torna o 144º mais populoso, tendo uma densidade demográfica de 17,79 hab/km<sup>2</sup>. Além disso, segundo o instituto, em 2015 o salário médio mensal no município era de 1,7 salários mínimos. A proporção de pessoas ocupadas formalmente em relação à população total era de 5,2% e considerando domicílios com rendimentos mensais de até meio salário mínimo por pessoa, tinha 54,3% da população nessas condições. Esse índice extremamente baixo de pessoas empregadas formalmente tem impacto direto na educação básica.

Em relação aos dados de educação, Op. Cit. ressalta que em 2015, os alunos dos anos iniciais do ensino fundamental obtiveram a média de 3,3 e os alunos dos anos finais do ensino fundamental obtiveram a média 3 na nota do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) de 2015, assim não alcançando as metas projetadas pelo MEC (Ministério da Educação) de 3,7 e 4,4, respectivamente. A taxa de escolarização de 6 a 14 anos de idade é de 96,4%.

O “arraial” Sagrado Coração de Jesus, onde foi aplicado o trabalho, Figuras 3 e 3.1.2, é uma comunidade rural pertencente ao município de São Domingos do Capim, localizada a uma distância de vinte e dois quilômetros da cidade e com aproximadamente 200 habitantes. O acesso principal à comunidade é por uma estrada não asfaltada, com condições

precárias de uso, principalmente no período das chuvas amazônicas. A estrada é cortada por braços de riachos que impossibilitam a travessia nesses períodos.

Figura 3- “Arraial” Sagrado Coração de Jesus



Fonte: Autor (2018)

Figura 4- “Arraial” Sagrado Coração de Jesus



Fonte: Autor (2018)

A escola Sagrado Coração de Jesus (Figura 5) fica situada no arraial e atende alunos da própria comunidade, bem como moradores de outra vizinhança conhecida como “Comunidade Palheta”, situados a oito quilômetros da escola. O transporte desses alunos ocorre através da utilização de ônibus escolar terceirizado (Figura 6). A escola oferece



educação infantil, fundamental menor e maior, com jornada de oito horas diárias. A média do IDEB do ensino fundamental menor em 2015 é 3.6 e a média do ensino fundamental maior não foi registrada pelo motivo de não haver número de participantes na Prova Brasil suficiente para que os resultados fossem divulgados. Portanto, a meta estipulada pelo MEC para o Fundamental menor, de 3.0, foi alcançada.

Figura 5- Escola Municipal de Ensino Fundamental Sagrado Coração de Jesus



Fonte: Autor (2018)

Figura 6- Escola Municipal de Ensino Fundamental Sagrado Coração de Jesus.



Fonte: Autor (2018)

Cabe à Secretaria Municipal de Educação e Despacho (SEMED) a escolha dos representantes escolares (diretores e coordenadores pedagógicos) da escola, não havendo eleição para a direção e nem concurso para o provimento de cargo técnico pedagógico. Pela dificuldade de acesso, os professores que não moram no arraial ficam acomodados em uma casa alugada, Figuras 7 e 8, paga pelos próprios professores. A única logística que os mesmos utilizam para o deslocamento para a escola é o “ônibus de feira”, que faz uma viagem por dia do arraial para a cidade de São Domingos do Capim no horário de 05:00 h e retorna as 11:00h (Figura 9).

Figura 7- Casa dos Professores.



Fonte: Autor (2018)

Figura 8- Casa dos Professores.



Fonte: Autor (2018)

Figura 9- Ônibus escolar utilizado pela Escola Municipal de Ensino Fundamental Sagrado Coração de Jesus.



Fonte: Autor (2018)

A escolha dessa escola deve-se ao fato do professor mestrando pertencer ao quadro efetivo do cargo de professor de Ciências Naturais do município, estando lotado no arraial, e já desenvolver trabalhos com intuito de preparar os alunos a realizarem a prova da Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA). Por isso, a escolha da turma de quinto ano para aplicação da SEIs, já que a OBA é aplicada somente em turmas do quinto e nono ano. Além disso, o autor já conhecia a metodologia de atividades investigativas no ensino de ciências e já havia usado em suas aulas.

### **3.2 Descrições geral da abordagem didática desenvolvida**

O trabalho envolveu conteúdos de Física que são pré-requisitos para o entendimento de Astronomia, ou seja, o estudo dos diferentes tipos de força e sua forma de atuação nos corpos. Especificamente, foi realizado um trabalho com os alunos sobre os conhecimentos dos dois tipos de força, de campo e de contato, que os alunos já vivenciavam no seu dia a dia e na observação do céu. Outro ponto das atividades teve como objetivo situar o aluno no planeta Terra, bem como fazê-lo entender o efeito da aceleração gravitacional em sua superfície e em uma estação espacial. Em ambas as atividades, houve também o objetivo mais geral de proporcionar a criticidade dos estudantes sobre os temas abordados.

No próximo capítulo apresentamos as sequências de ensino investigativo aplicadas na turma do quinto ano da escola Sagrado Coração de Jesus para analisar o processo da Alfabetização Científica.

Abordamos no próximo capítulo as etapas da SEI e conceitos de campo Gravitacional.

## Capítulo 4

### Conceito de Campo Gravitacional e As SEIs desenvolvidas

A Sequência de Ensino Investigativo (SEI) – “Por que quem vive no polo Sul não cai para baixo? Investigando a Força da Gravidade” – foi planejada com o intuito de proporcionar a (re)construção dos conhecimentos dos discentes em relação a essa força de campo. A sequência foi estruturada nos três pilares que caracterizam uma SEI segundo Carvalho (2014): a participação, ativa e direta, dos alunos em sua aprendizagem a partir da tentativa de resolução de problemas científicos; a interação social entre a turma através de formação de grupo ou a participação de toda a turma interagindo para resolver; e a argumentação, pelo fato de estimularem os alunos para que justificassem suas respostas através de dados observados na resolução do problema e das demonstrações e cabendo a validação dessas respostas pelo professor.

Antes de apresentarmos a SEI desenvolvida, faremos uma breve discussão sobre a Lei da Gravitação Universal de Newton, o campo gravitacional e o potencial gravitacional, com uma abordagem de ensino superior, como parte do estudo desenvolvido pelo mestrando sobre os conceitos de Física associados ao tema da SEI.

#### 4.1 A Lei da Gravitação Universal de Newton e o Campo Gravitacional

No ensino médio, a gravitação universal é vista abordando as três leis de Kepler, juntamente com a lei da gravitação universal de Isaac Newton: em um sistema de duas partículas de massas  $M_1$  e  $M_2$ , separadas por uma distância  $d$ , existe uma força de interação atrativa trocada entre as duas, na direção da linha que as une e cuja intensidade é calculada por:

$$F = \frac{GM_1M_2}{d^2}, \quad (01)$$

onde  $G = 6,66 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2}$ .

Na forma vetorial (Symon, 1996), podemos reescrever a Eq. 01 como sendo:

$$\mathbf{F} = \frac{GM_2M_1(\mathbf{d}_1 - \mathbf{d}_2)}{|\mathbf{d}_1 - \mathbf{d}_2|^3}. \quad (02)$$



Neste caso, o vetor ( $\mathbf{d1} - \mathbf{d2}$ ) fornece a direção da força  $\mathbf{F}$  (estamos representando grandezas vetoriais por letras em negrito). Vale salientar que a Eq. 02 só se aplica a problemas envolvendo partículas ou a corpos de dimensões desprezíveis. No caso de corpos de grandes dimensões, devemos imaginar cada corpo dividido em pedaços, ou elementos, muitos pequenos em comparação com as distâncias entre eles e calcular as forças que agem em cada um dos elementos do corpo devido a cada elemento dos outros corpos (Symon, 1996). Consideramos assim que a força gravitacional  $\mathbf{F}_m$  exercida sobre uma partícula de massa  $m$  no ponto  $\mathbf{d}$ , devido a outra partícula  $\mathbf{m}_i$  no ponto  $\mathbf{d}_i$ , é um vetor soma das forças devido a cada uma das outras partículas agindo separadamente:

$$\mathbf{F}_m = \sum_i \frac{m m_i G (\mathbf{d}_i - \mathbf{d})}{|\mathbf{d}_i - \mathbf{d}|^3} \quad (03)$$

Nessa perspectiva, as partes de  $m$  mais próxima de  $m_i$  são atraídas mais intensamente do que as outras, ou seja, se  $m$  for um corpo deformado e cujo torque seja igual a zero em relação a  $m_i$ , haverá um **ponto relevante** em  $m$  onde atuará a força resultante, Eq. 03, das forças atrativas no sistema, denominado de Centro de Gravidade (CG). Em geral, o ponto CG não está no centro de massa dos corpos, somente estando em alguns casos especiais, como aqueles em que os corpos então muito afastados, ou quando um deles é uma esfera (Symon, 1996).

Ao invés de divisão de pequenas massas puntiforme  $m$ , podemos trabalhar com um corpo de massa distribuída continuamente no espaço e cuja densidade  $p(\mathbf{d})$ , neste caso a força resultante passa a ser calculada pela seguinte integral tripla:

$$\mathbf{F}_m = \iiint \frac{m G (\mathbf{d}' - \mathbf{d}) p(\mathbf{d}')}{|\mathbf{d}' - \mathbf{d}|^3} dV' \quad (04)$$

A integral pode ser considerada na região dentro do volume que contém as massas cuja atração está sendo calculada. Percebemos que a força  $\mathbf{F}_m$  é proporcional a  $\mathbf{m}$ , e podemos generalizar que o campo gravitacional  $\mathbf{g}(\mathbf{d})$  em um ponto  $\mathbf{d}$  é igual a força nesse ponto  $\mathbf{F}_m$ , devido a uma distribuição de massa qualquer, dividida por essa quantidade de massa  $m$ , exercida sobre qualquer massa menor de tamanho reduzido, colocada nesse ponto (Symon, 1996):

$$\mathbf{g}(\mathbf{d}) = \frac{\mathbf{F}(\mathbf{d})}{M}. \quad (05)$$

De maneira análoga, para uma distribuição contínua de massa, o campo gravitacional é calculado por:

$$\mathbf{g}(\mathbf{d}) = \iiint \frac{G(\mathbf{d}'-\mathbf{d})\rho(\mathbf{d}')}{|\mathbf{d}'-\mathbf{d}|^3} dV'. \quad (06)$$

Assim  $\mathbf{g}(\mathbf{d})$  é a aceleração experimentada por uma partícula no ponto  $\mathbf{d}$ , onde somente atua a força  $\mathbf{F}_m$ .

A energia potencial gravitacional existente em um sistema com duas partículas de massas  $m$  e  $m_i$  é dada por:

$$V_{m m_i} = \frac{-G m m_i}{|\mathbf{d}'-\mathbf{d}|} \quad (07)$$

Generalizando para um sistema de partículas  $m_i$ , temos:

$$V_m(\mathbf{d}) = \sum_i \frac{-G m m_i}{|\mathbf{d}'-\mathbf{d}|} \quad (08)$$

Finalmente, o Potencial Gravitacional  $P(\mathbf{d})$  no ponto  $\mathbf{d}$ , é a razão da energia potencial pela a unidade de massa colocada no ponto  $\mathbf{d}$ , com o sinal negativo (Symon, 1996):

$$P(\mathbf{d}) = \frac{-V_m(\mathbf{d})}{m} \quad (09)$$

O que para um sistema de partículas  $m_i$ , é escrito como:

$$P(\mathbf{d}) = \sum_i \frac{-G m_i}{|\mathbf{d}'-\mathbf{d}|} \quad (10)$$

E para uma distribuição contínua de massa,

$$P(\mathbf{d}) = \iiint \frac{G \rho(\mathbf{d}')}{|\mathbf{d}'-\mathbf{d}|^2} dV'. \quad (11)$$

Essas formulações são importantes para a análise dos argumentos dos alunos da parte da SEI cujo o tema é a gravidade Terrestre.

## 4.2 Desenvolvimentos das atividades

Esta dissertação foi baseada no desenvolvimento e na aplicação da SEI “Por que quem vive no polo Sul não cai para baixo? Investigando a Força da Gravidade”, que discutiram o tema de campo gravitacional com estudantes de ensino fundamental.

O objetivo da SEI está relacionado com a potencialização ainda mais a alfabetização científica dos alunos do quinto ano da escola nos temas Força e Campo Gravitacional. A primeira parte da SEI teve como objetivo explorar o conceito de força, especificamente focando nas suas formas de atuação - contato ou campo, e sua relação com a variação de movimento de um corpo, onde buscamos introduzir conceitos fundamentais para o ensino da força gravitacional, que é uns dos princípios da mecânica celeste. A segunda parte da SEI envolveu a temática da força gravitacional terrestre e o seu objetivo foi fazer uma ponte que servirá para o ensino de astronomia em momentos posteriores com os estudantes. Na aplicação de cada uma das SEIs foram utilizadas 4 horas. Em abaixo apresentamos as SEIs detalhas.

### 4.2.1 Força e Campo

Nesta primeira parte da SEI, usamos um laboratório aberto (Apêndice B) para, utilizando a abordagem didática de ensino por investigação (Carvalho, 2014) construir o conceito de força e sua relação com o princípio da movimentação dos corpos, bem como suas formas de atuação (força de contato e força de campo), para anos iniciais do ensino fundamental. Esta parte SEI foi dividida em quatro etapas que buscaram direcionar os estudantes a construir conhecimentos prévios a respeito dos assuntos abordados. A escolha do laboratório aberto buscou potencializar nos estudantes a formulação de hipóteses e posteriormente testá-las procurando resolver o problema.

A primeira etapa se baseou em um teste diagnóstico com perguntas abertas para saber a linguagem coloquial já existente na estrutura cognitiva dos discentes (signos e significados). O teste continha duas perguntas: “Escreva o que você sabe sobre o conceito de força?” E “como uma cadeira, na sala, pode se movimentar?”, que foram respondidas por meio de desenhos e textos. Outro objetivo do teste foi conhecer o grau de nivelamento da turma, pois nas dinâmicas em equipes realizadas na SEI é importante que os seus componentes tenham uma heterogeneidade em relação aos conhecimentos de dinâmica, para que possa haver trocas de ideias e confrontos nas suas interpretações, assim ocorrendo uma aprendizagem por interação (Kuhn apud Carvalho, 2009).



Na segunda etapa, o professor realizou a dinâmica do deslocamento da caixa de fósforos baseado no trabalho de Sousa e Cavalcante (2016). O objetivo de tal dinâmica foi fazer os alunos perceberem que a variação do “movimento de um corpo” está associada com a interação com outro corpo e que essa interação ocorre através de uma força, que pode atuar tanto pelo contato direto como à distância, por meio de um “campo” de ação. Vale salientar que não houve nessa dinâmica a preocupação em discutir a visão aristotélica de movimento e sim de preparar os estudantes para futuras discussões sobre a força gravitacional, para a qual o conceito de campo (altamente não intuitivo) é essencial. O professor buscou seguir a dinâmica do laboratório aberto (Carvalho, 2009), que aconteceu da seguinte forma:

1- A turma foi dividida em grupos de quatro alunos, com base na avaliação diagnóstica já comentado acima. Estes estudantes se reuniram em torno de algumas mesas, sobre as quais foram marcados, na mesa, dois pontos com distâncias de aproximadamente 20 cm um do outro. A cada equipe foi entregue uma caixa de fósforos vazia.

2- Depois que o professor percebeu que já tinha ocorrido a interação dos alunos com os materiais, ele pediu para os alunos colocarem a caixa em um dos pontos marcados e em seguida propôs o seguinte problema: “Como a caixa pode sair do primeiro ponto, ponto A, e ir para o segundo ponto, ponto B, sem que vocês a retirem da mesa e sem virar a mesa? ”. Esperava-se que os alunos conseguissem resolver rápido esse primeiro problema, já que eles podiam empurrar a caixa com o dedo.

3- Após o professor verificar que todas as equipes resolveram o problema do deslocamento da caixa entre os dois pontos, foram distribuídos para cada equipe dois ímãs e esperou-se um pequeno intervalo de tempo para que os alunos se familiarizassem com os objetos. A seguir o professor propôs uma nova situação problemática para as equipes: “Como a caixa pode sair do primeiro ponto, ponto A, e ir para o segundo ponto, ponto B, sem que vocês a retirem da mesa, sem virar a mesa, sem assoprá-la e sem tocá-la”?

4- Depois de repassar a proposta foi importante verificar se todos os discentes estavam tendo oportunidade de manusear os materiais, participando das discussões sobre o tema dado e se o problema estava sendo compreendido. Foram feitas perguntas ao passar pelas equipes: “Vocês entenderam o que é para fazer? ” e/ou “Contem para mim o problema que vocês têm para resolver”. Esperava-se que os discentes colocassem um ímã dentro da caixa e utilizassem o outro ímã para fazer a caixa ser repelida, assim se movimentando de um ponto a outro sem um contato direto.

A terceira etapa tem o papel fundamental na sistematização do tema da sequência de ensino investigativo. O professor pediu para que a turma se reunisse em um único semicírculo. A seguir, apresentou as questões abertas para a turma: “Contem como vocês resolveram o primeiro problema”. Por que deu certo? E no segundo momento com os ímãs, contem como vocês solucionaram o problema. Qual foi a dificuldade de se resolver o segundo problema? Nos dois casos, o que fez a caixa se movimentar? A caixa conseguiria se movimentar sozinha? Por que quando vocês aproximavam o ímã da caixa, ela se movia? Então um corpo pode fazer outro corpo se movimentar sem que haja contato entre ambos, como foi evidenciado no primeiro caso? Foi importante o docente fazer os alunos relacionarem o que foi evidenciado nos experimentos com o seu cotidiano: Vocês poderiam citar um exemplo do seu cotidiano onde um corpo só se movimenta se alguma coisa estiver ‘empurrando’ com contato direto? E um exemplo de um corpo fazendo outro se movimentar sem ter contato direto?

A última parte relaciona-se ao processo de avaliação da aprendizagem do aluno e da SEI. Na avaliação do aluno, ocorreu uma avaliação do instrumento de aprendizagem, na qual o professor não se preocupou com quem mereceu ou não uma avaliação quantitativa, assim avançando no processo de construção do conhecimento (Alonso apud Carvalho, 2009). Ou seja, ao término da segunda parte foi solicitado aos alunos que fizessem um desenho e também escrevessem sobre o que aprenderam nas aulas. Nesse sentido, a avaliação da aprendizagem dos conceitos físicos de força e campo se mescla com o desenvolvimento da argumentação, e com o estímulo ao uso da escrita da Língua Portuguesa.

A avaliação referente a SEI teve como base a análise qualitativa feita pelo professor sobre as evidências que percebeu ou não de significados importantes de força e campo nas manifestações orais e escritos dos estudantes.

#### *4.2.2 Gravidade*

A segunda parte da SEI tratou, de forma demonstrativa investigativa, a teoria da força gravitacional terrestre, propondo ao aluno uma reflexão sobre esse fenômeno.

Na primeira etapa ocorreu uma avaliação diagnóstica dos conhecimentos preexistentes sobre o tema, verificando como os alunos já construíram as principais características ou propriedades do conceito, podendo estes serem (re)construídos ao longo da sequência.

A seguir, na segunda etapa, inicialmente ocorreu a exibição do vídeo “A dura vida na Estação Espacial Internacional”, de livre acesso na Internet, bem como uma dinâmica

individual, na qual se solicitou aos alunos que descrevessem em um papel como achavam ser o planeta Terra, elaborando um desenho do mesmo. Após a confecção dos desenhos da Terra, o professor fez questões abertas, cujas respostas deviam ser incluídas no próprio desenho. Essas questões foram: - “Onde nós estamos neste desenho”? - “E os astronautas do vídeo”? - “Se o astronauta estiver fora da estação espacial e soltar uma pedra de suas mãos, o que acontece com ela”? A ideia era que os alunos indicassem quem estava na superfície da Terra e quem não estava, bem como o possível movimento da pedra.

Na terceira etapa, os alunos foram colocados em um semicírculo para uma demonstração investigativa. No centro da sala, por meio de um fio preso ao teto, foi pendurada uma bola de isopor de aproximadamente 20 cm de diâmetro, ilustrada em forma de globo terrestre, com desenhos em cores diferentes para representar os continentes e os oceanos. Além disso, no seu interior foram distribuídos vários ímãs, buscando simular o campo gravitacional terrestre.

O objetivo dessa etapa foi fazer com que os alunos visualizassem a Terra de forma espacial e percebessem que qualquer corpo, tanto estando em contato como estando a certa altura, em relação à sua superfície, é atraído por uma força de campo para seu centro e que a certa distância essa força passa a ser insignificante para o movimento desse corpo. A demonstração se desenvolveu buscando estimular os alunos a responderem os seguintes problemas “Onde é o em cima e o embaixo do planeta Terra”?

Vale salientar a importância dessa pergunta, pois o professor (autor desse trabalho) já tinha experiências prévias em muitas aulas nas quais os alunos perguntavam por que os moradores do polo sul não caíam para o espaço, cuja resposta muitas vezes tinha sido prejudicada pela falta de uma abordagem apropriada para todos os conceitos envolvidos no entendimento desse comportamento complexo por parte de estudantes de ensino fundamental.

Assim, foi solicitado a um aluno voluntário da turma, que colocasse um objeto (feito de ferro) onde ele imaginaria que seria o “embaixo da Terra”. O professor utilizou perguntas do tipo “Por que um homem no continente Antártica não cai para ‘baixo’”? Para estimular e direcionar a discussão, e também foi solicitado a outro aluno que colocasse outro objeto onde ele imaginasse estar no globo.

Outra discussão que o professor direcionou com a turma ainda nessa dinâmica foi sobre os efeitos da atração gravitacional sobre os corpos e sua relação com a distância: o professor solicitou a outro aluno que aproximasse um objeto de forma lenta do globo e relatasse o que podia perceber para a turma. Perguntas do tipo “O efeito da atração só ocorre a

curtas distâncias entre o objeto e a bola de isopor? Esse fenômeno seria semelhante ao que ocorre entre a Terra e qualquer objeto próximo de sua superfície”? Foram feitas pelo professor nesse momento.

Na quarta etapa da SEI teve como objetivo a sistematização dos conhecimentos sobre o tema. Foi exibido o vídeo “O show da Luna: Pra baixo ou pra cima? ”, que serviu para “nortear” os novos conhecimentos adquiridos para a construção do conceito científico da gravidade.

A última etapa consistiu no processo de avaliação da aprendizagem do aluno e da SEI. Em se tratando do aluno, ocorreu uma avaliação do instrumento de aprendizagem, novamente sem haver a preocupação com uma avaliação quantitativa, assim avançando no processo de construção do conhecimento (Alonso apud Carvalho, 2009). Ou seja, foi solicitado aos alunos que fizessem um desenho e também escrevessem sobre o que aprenderam nas aulas. Desse modo, novamente ocorreu a interação entre o ensino de conceito físico e a Língua Portuguesa. A avaliação referente à SEI teve como base uma análise qualitativa feita pelo professor sobre as evidências ou não de desenvolvimento por parte dos alunos de significados importantes de GRAVIDADE, bem como da argumentação científica.

#### *4.2.3 Sistema solar e agricultura.*

Não foi possível aplicar esta terceira parte da SEI na mesma turma onde foram aplicadas as anteriores, por dois motivos: ao finalizar a terceira SEI para o produto, o ano letivo da escola havia terminado e no início do ano letivo posterior houve mudanças dos discentes, por migrar para o Ensino Fundamental Maior, muitos alunos foram transferidos para outras escolas. O segundo motivo foi falta de recurso pedagógico, necessário para um bom rendimento de aprendizagem, tendo como exemplo a falta um Datashow. Houve a necessidade de aplicá-la em outro ambiente escolar e sua aplicação não é analisada na dissertação, porém por fazer parte do produto é inevitável apresentá-la.

No apêndice A, dessa dissertação, essa SEI será transcrita na íntegra, assim contendo um tutorial de como o professor deverá manipular o software livre Celestia para alcançar o objetivo dessa parte. Ao logo do tutorial o docente deverá instigar os alunos com as seguintes perguntas: por que a Terra não caiu sobre o Sol, ou sobre os outros planetas? ” “Com base nas aulas passadas vocês poderiam explica o que mantém a lua em órbita da Terra? ” “Vocês poderiam explicar se o fenômeno que mantém os planetas em órbitas em torno do Sol é o mesmo que mantém a Lua em órbita da Terra? ”. O que acontece com a velocidade dos planetas em relação a distância do Sol?

No próximo capítulo, analisamos os dados coletados pela aplicação da SEI principalmente nas interpretações dos desenhos dos testes diagnósticos, momentos das sistematizações de conhecimento e as avaliações de cada parte da SEI.

## Capítulo 5

### Análise dos resultados

Para a análise dos resultados, serão utilizados os materiais produzidos pelos estudantes na aplicação da SEI, bem como a transcrição dos vídeos produzidos durante a aplicação da proposta didática. Apesar de haver sido solicitado aos alunos que se identificassem nos seus relatos escritos e/ou desenhos, para uma melhor coleta de dados, vários alunos não se identificaram, dificultando a análise das evoluções epistemológicas por aluno individualmente.

As análises foram montadas de acordo com a cronologia seguida na SEI “Por que quem vive no polo Sul não cai para baixo? Investigando a Força da Gravidade”. Abaixo apresentaremos as ações de obtenção dos dados (escritos, desenhos dos alunos, interações verbais e argumentação) em relação à Força e campo na seguinte ordem:

- Avaliação diagnóstica;
- Laboratório Aberto;
- Sistematização de conhecimento;
- Avaliação de aprendizagem.

Para a Gravidade foram recolhidos os dados na ordem:

- Avaliação diagnóstica;
- Demonstração Investigativa;
- Avaliação de aprendizagem.

#### 5.1 Força e campo

Nessa seção apresentaremos todas as análises de cada etapa da sequência Força.

##### 5.1.1 Avaliação diagnóstica

A avaliação diagnóstica da SEI FORÇA teve dois objetivos. Buscou-se identificar quais alunos possuíam a linguagem coloquial mais próxima da linguagem científica, para montar as equipes, de modo que houvesse uma heterogeneidade que potencializasse uma troca de significados interna na equipe, assim podendo acontecer uma aprendizagem por **interação**.

Outro objetivo foi entrar em contato com os conhecimentos já construídos pelos estudantes com relação à palavra “força”.

O teste continha duas perguntas subjetivas que foram respondidas na forma de desenhos e pequenas frases.

A primeira pergunta foi “O que você sabe sobre o conceito de força? ”. Toda a turma associou a palavra força ao conceito de esforço muscular, como pode ser constatado nas Figuras 10 a 12.

Na Figura 10, o aluno desenhou um homem mostrando seus músculos, entendendo que existência da força está associada aos músculos: a força muscular.

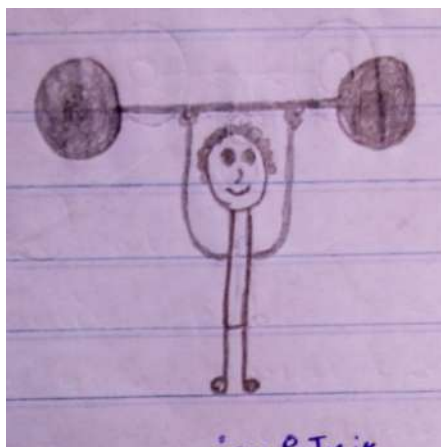
Figura 10- Desenho feito por aluno representando sua resposta a primeira pergunta do teste.



Fonte: Teste diagnóstico. (2018).

Outro aluno (Figura 11) respondeu à pergunta desenhando uma pessoa levantando um objeto, assim mostrando seu conceito da palavra força como algo que homem consegue exercer.

Figura 11- Desenho feito por aluno representando sua resposta à primeira pergunta do teste.



Fonte: Teste diagnóstico. (2018).

Provavelmente o aluno da Figura 12 ao escrever “a força ajuda a gente escrever e fazer trabalho”, com correções, tentou conceituar a palavra força como sendo algo que o homem possui e o auxilia a exercer suas tarefas diárias, conceito complementar aos mostrados nos dois desenhos.

Figura 12 – Relato escrito feito por aluno representando sua resposta à primeira pergunta do teste.

A photograph of a piece of lined paper with handwritten text in blue ink. The text is written in two lines: "A força ajuda a gente" on the first line and "escreve e faz trabalho." on the second line. The handwriting is somewhat cursive and appears to be from a child or young student. The paper has horizontal blue lines.

Fonte: Teste diagnóstico. (2018).

O discente da Figura 13 escreveu “a força ajuda a gente a escrever e fazer nossos trabalhos e ajuda a gente a superar tragédias nas nossas vidas”, com correções. Um fato importante no seu relato é a relação da palavra força com o seu significado informal, um sinônimo de ajuda psicológica, ao associá-la a tragédias.



Figura 13 – Relato escrito feito por aluno representando sua resposta a primeira pergunta do teste.

A pessoa ajuda a gente estudar e fazer trabalhos e ajuda a gente superar a tristeza e a tristeza ajuda.

Fonte: Teste diagnóstico. (2018).

Em relação à segunda pergunta: “Como uma cadeira, na sala, pode se movimentar?” Houve também um consenso na turma, todos respondendo de forma escrita ou desenhos que a única forma da cadeira se movimentar é o homem interagindo com ela, como pode ser constatado nas Figuras 14 e 15, com respostas do tipo “a gente carregando ou empurrando ou pegando ela de um lugar e levando para outro lugar”, com correções, Figura 14.

Figura 14 – Relato escrito feito por aluno representando sua resposta a segunda pergunta do teste.

e a gente carregando a cadeira empurrando ou pegando ela de um lugar e levando para outro lugar.

Fonte: Teste diagnóstico. (2018).

Figura 15 – Desenho feito por aluno representando sua resposta a segunda pergunta do teste.



Fonte: Teste diagnóstico. (2018).

Infere-se, por conseguinte, que os conhecimentos já construídos, ou noções epistemológicas, em relação à primeira lei de Newton, a lei da Inércia, são evidenciados nas respostas da segunda pergunta, mostrando que a turma concebe que a cadeira não tem a capacidade de se mover por si só, precisando da interação direta do homem para sua alteração

de movimento e/ou “manutenção” do movimento. Com relação à palavra força, nas respostas em forma de desenhos, é notória a associação da palavra força com o ser humano, isto é, algo que o homem possui ou exerce. Na escrita, a força é vista como uma ferramenta de auxilia nas tarefas diárias. Lembrando que os estudantes da escola têm uma relação muito forte com trabalhos manuais é compreensível essa associação.

### *5.1.2 Laboratório Aberto*

Ao iniciar a segunda etapa da Força e Campo, utilizamos para o experimento dois ímãs e uma caixa de fósforos (Sousa e Cavalcante, 2016), onde os estudantes pudessem colocar um ímã dentro. Dividimos a turma em quatro equipes de cinco alunos cada, e logo em seguida colocamos uma caixa de fósforos para cada grupo e pintamos dois pontos, A e B separados por uma distância de 20 cm, na mesa de estudos. Propusemos o seguinte problema: Como a caixa pode sair do primeiro ponto, ponto A, e ir para o segundo ponto, ponto B, sem que vocês a retirem da mesa e sem virar a mesa? As equipes resolveram assoprando a caixa. O aplicador falou para a turma que eles solucionaram o problema.

Como continuidade, foi proposto o seguinte problema: “Como a caixa pode sair do primeiro ponto, ponto A, e ir para o segundo ponto, ponto B, sem que vocês a retirem da mesa, sem virar a mesa, sem assoprar a caixa e sem tocá-la?”

Após a apresentação do novo problema, houve um espanto na turma, juntamente com uma grande agitação, sendo necessário em vários momentos lembrar que não poderia tocar na caixa. Foram distribuídos dois ímãs para cada equipe, sem falar o porquê das presenças deles para a solução do problema proposto. Uma das equipes inicialmente se esqueceu do problema e ficou brincando com os ímãs, e um aluno de outra equipe de imediato o resolveu, colocando um dos ímãs dentro da caixa e utilizando o outro para movimentá-la de um ponto ao outro.

Depois de repassar a proposta, foi verificado se todos os alunos estavam tendo oportunidade de manusear os materiais e se o problema havia sido compreendido. Para isso, foram feitas perguntas do tipo: “Vocês entenderam o que é para fazer?” e “Contem para mim o problema que vocês têm para resolver”. Foi estimulado, também, que cada aluno de cada equipe manuseasse os materiais e também tivesse a oportunidade de resolver o problema proposto, já que inicialmente houve casos nas equipes em que só um aluno quis resolver o problema e manipular os objetos.

Após um tempo, uma das equipes conseguiu resolver o problema de uma forma diferente: colocou um dos ímãs dentro da caixa e com outro ímã por de baixo da mesa empurrava a caixa de fósforos do ponto A até o ponto B.

Algumas outras equipes colocavam um dos ímãs dentro da caixa e ao aproximar o outro ímã havia um encontro entre ambos, e não percebiam que havia necessidade de inverter a polaridade dos ímãs. Nesse momento houve necessidade do aplicador interferir, questionando “se muda o lado do ímã faz diferença?” e “se muda o lado da caixinha faz diferença?” Tentando mediar para que a equipe chegasse à solução do problema.

Alguns alunos também perguntavam: como é que se resolver? Para o aplicador, que respondia que não sabia e que era para eles tentarem resolver o problema sozinho. Um dos alunos inclusive apresentou momentos de estresse, com frases do tipo: “eu não quero mais”, para a qual o professor teve que interferir perguntando “será que você mudar faz a diferença?” e comentários motivadores do tipo: “tenta de um lado, tenta do outro” e “todos os ímãs são iguais”.

Vale salientar que ao deixar os alunos trabalharem em um laboratório aberto, conforme abordamos na seção 2.2, de forma organizada em grupo e com o material experimental, segundo Carvalho (1997), “estamos dando oportunidade de eles agirem sobre os objetos para ver como funcionam e de agirem sobre o objeto para resolver o problema. [...] vão também estruturando os esquemas mentais para resolver o problema”.

### *5.1.3 Sistematização dos Conhecimentos*

É importante que os alunos tomem consciência de como conseguiram resolver o problema e procurem uma explicação para o fenômeno (Carvalho, 2009). Assim, iniciamos a sistematização dos conhecimentos com os alunos sentando em um semicírculo na sala de aula e lançando a pergunta: “Como vocês conseguiram resolver o primeiro problema?”

Outrossim, apresentaremos a análise dos indicadores da alfabetização científica na sistematização dos conhecimentos da SEI e por fim os elementos constitutivos básicos da argumentação dos alunos no modelo padrão de Toulmin apud Sasseron e Carvalho (2014). O Quadro 3 apresenta esta análise. Utilizamos alguns símbolos para destacar características das falas dos alunos (III - pausa longa;  $\lceil \rceil$  - sobreposição de falas; xxx – aluno não identificado). Toda vez que for preciso uma narração do ocorrido durante a demonstração investigativa o falante será chamado de “ação”.

Quadro 2 – Falas do primeiro momento argumentativo.

Linhas	Sujeito	Fala
1	Aplicador	Como vocês conseguiram resolver o primeiro problema?
2	A1	A gente colocou de baixo da mesa
3	Aplicador	Não, o primeiro
4	A10	Assopramos
5	Aplicador	Assoprando
6	Aplicador	A caixa consegue se movimentar quando vocês estavam assoprando?
7	Turma	Sim
8	Aplicador	Por que vocês assopraram e a caixa se movimentou?
9	A4	Porque só ela mesmo não sai
10	Aplicador	Tem alguma coisa que interage com a caixa,
11		Quando vocês assopraram,
12		Que fez a caixa se movimentar?
13	Xxx	É o ar
14	A1	O vento
15	Aplicador	O vento que fazia a caixa se movimentar?
16	Turma	É
17	Aplicador	Se não houvesse o vento a caixa não se movimentava?
18	Turma	Não
19	Aplicador	Se eu empurrar a caixa com o dedo, ela sairia do lugar?
20	Turma	Sairia, sairia
21	Aplicador	Porque houve o contato entre a caixa com o dedo

Fonte: Sistematização dos conhecimentos. (2018).

Os indicadores da alfabetização científica estão evidenciados nas respostas dos alunos na linha 20, “Sairia, sairia”, advindas do uso de raciocínio lógico vivenciado na investigação e na comunicação de ideias com o aplicador. Outro indicador, linha 9, “Porque só ela mesmo não sai”, estabeleceu uma explicação sobre fenômenos em estudo, buscando justificá-la e trabalhando com um dado já disponível, a caixa não se movimenta sozinha.

Destacamos novamente a linha 9, “Porque só ela mesmo não sai”, pelo fato do aluno A4 apresentar um conhecimento físico que se caracteriza na primeira lei de Newton.

No segundo momento o professor direciona a discussão ao segundo problema solucionado. A Tabela 5 apresenta a transcrição da parte relevante do vídeo.

Quadro 3 – falas do segundo momento argumentativo.

Linhas	Sujeito	Fala
22	Aplicador	No segundo problema,
23		Quando eu dei os imãs para vocês,
24		Como vocês conseguiram solucionar o problema?
25	A1	A gente colocou por de baixo da mesa,

26		E por cima da caixa
27	Aplicador	Agora, os ímãs “triscavam” um no outro?
28	Turma	Não
29	Aplicador	Para movimentar a caixa do ponto A ao ponto B eles “triscavam” um no outro?
30	Turma	Não
31	A3	“Triscava” sim
32	A5	“Triscava” não
33	Aplicador	Quando vocês resolveram o problema,
34		Colocado um ímã por debaixo da mesa,
35		Os ímãs “triscavam” um no outro?
36	Turma	Não
37	Aplicador	Mas nos dois casos a caixa se moveu
38		Com o ímã e assoprando, sim ou não?
39	Turma	Sim
40	Aplicador	Vocês achariam que a caixa se movimentaria sozinha?
41	A10	Não,
42	Aplicador	Você consegue explicar o por quê?
43	A10	Porque ela não tem pé
44	Aplicador	Nos dois problemas
45		Sem o ímã e com o ímã
46		Vocês fizeram a caixa se movimentar, lembram? IIII
47	Aplicador	Por que vocês aproximavam o ímã da caixa ela movimentava?
48	A10	Tinha um dentro da caixinha e o outro empurrava
49	Aplicador	Um se aproximava e empurrava a caixa?
50	Turma	Sim

Fonte: Sistematização dos conhecimentos. (2018).

Nessa segunda parte, destacamos que os discentes trabalharam com raciocínio lógico para a resolução do problema do deslocamento da caixa, fato que os alunos concordaram que umas das maneiras de movimentá-la seria assoprando ou empurrando com os ímãs, linha 39. Na linha 48, “Tinha um dentro da caixinha e o outro empurrava”, o aluno A10 estabelece uma explicação na tentativa de justificar a movimentação da caixa quando o ímã se aproximava.

A construção da linguagem científica é evidenciada na linha 28 (Não), 32 (Triscava não), 36 (Não) e 50 (Sim) onde ao responder aos questionamentos do aplicador, os alunos constroem os pré-conceito, ao conceber o significado de força de campo, onde os ímãs interagem com a caixa sem tocar, ou seja, uma interação à distância ao fazer ela se deslocar do ponto A ao ponto B.

Na terceira e última parte da sistematização do conhecimento o aplicador busca apresentar o conceito de Força. Os diálogos extraídos do vídeo são apresentados no Quadro 5.

Quadro 4 – Falas do terceiro momento argumentativo.

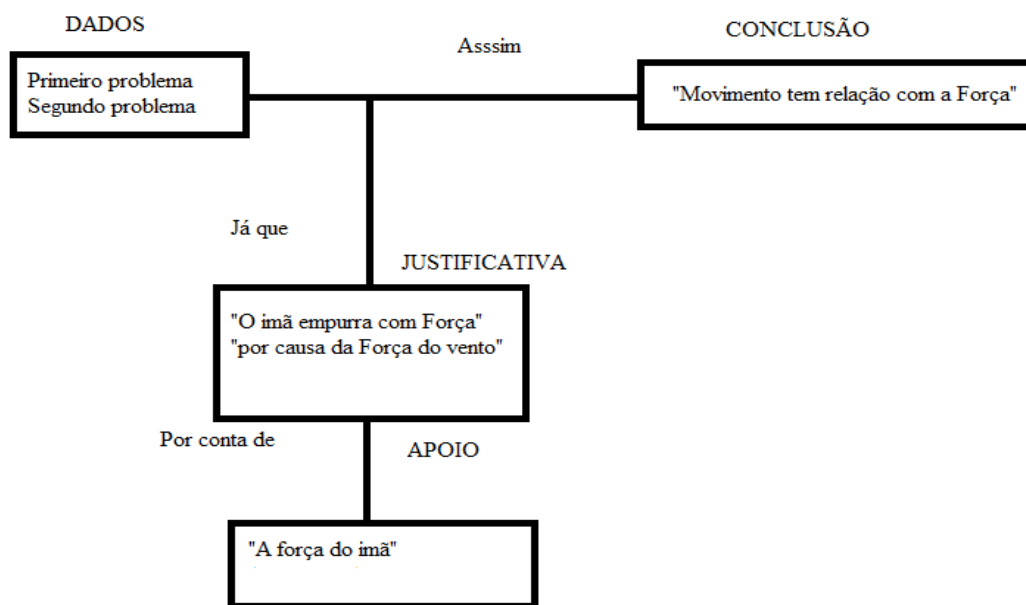
Linhas	Sujeito	Fala
51	Aplicador	No primeiro caso, a caixa só se movimentou porque vocês interagiram com ela.
52	Turma	Foi, foi
53	Aplicador	No segundo caso, a caixa só se movimentou porque ela interagiu com os imãs.
54	Turma	Foi, foi
55	Aplicador	Isso tem algum relacionamento com a “força”?
56	Turma	Tem
57	Aplicador	A caixa se movimenta por que?
58	A7	O imã empurra com força
59	Aplicador	A força do imã
60	A7	Foi
61	Aplicador	É no primeiro caso?
62	xxx	Por causa da força do vento
63	Aplicador	Então, a caixa sem força não se movimenta?
64	Turma	Não
65	Aplicador	Da para concluir que a caixa sozinha, ela não se movimenta, por que não há força.
66	Aplicador	Um exemplo de um corpo que só se movimenta se houver outro corpo empurrando? IIII
67	Professora	Na roça tem alguma coisa que pode movimentar de lugar, assim, se outro empurrar ele? IIII
68	xxx	A inchada
69	xxx	O terçado
70	Aplicador	O carro de mão,
71		A carroça se movimenta sozinha?
72	A10	Só se tiver um cavalo empurrando
73	Aplicador	A carroça só se movimenta se tiver outro corpo empurrando?
74	Turma	É
75	Aplicador	De um exemplo de um corpo fazendo outro corpo se movimentar sem que eles “trisque” um no outro.
76	Turma	Imã, imã, imã
77	A7	Uma corda, uma pessoa segura e a outra puxar
78	Aplicador	Nesse exemplo, os dois corpos estão tendo contato pela corda
79		Não é como imã, que entre eles só existe o ar

Fonte: Sistematização dos conhecimentos. (2018).

Desse modo, na linha 58 (“O imã empurra com força”), o aluno A7 associa o conceito de força com a interação do imã com a caixa, relacionando a palavra força com um objeto (imã), fato esse não evidenciado no teste diagnóstico, onde a força era algo que o homem possui ou exerce em objetos.

Boa quantidade dos momentos argumentativos no modelo padrão de Toulmin foram identificados, como são ilustrados abaixo (Figura 16).

Figura 16 - Modelo padrão de Toulmin retirado da parte Força.



Fonte: Autor. (2018).

Os dados desse processo de argumentação são fornecidos pelas experiências concreta dos discentes através das manipulações experimentais do laboratório aberto, que assim geraram dados empíricos levando os alunos a construírem suas conclusões que o movimento da caixa está diretamente relacionado com a Força.

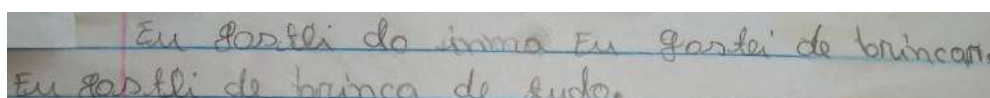
#### 5.1.4 Avaliação.

Depois de realizar a terceira etapa da SEI – FORÇA e CAMPO, após o momento da sistematização e da conjuntura social do conhecimento, que transcorreu em relatos orais, solicitaram aos alunos que fizessem um desenho e também escrevessem sobre o que aprenderam na aula. Nosso objetivo foi analisar os avanços na construção de conceitos associados com fenômenos da natureza pelos alunos após participarem da SEI e na elaboração da Linguagem Científica nos transcritos nos desenhos, bem como no desenvolvimento da argumentação científica de Carvalho (2014).

Apresentamos, a seguir, alguns dos materiais produzidos pelos estudantes na avaliação da aprendizagem, no qual constatamos que eles somente descreveram em seus trabalhos a afetividade em relação à abordagem didática utilizada.

Na Figura 17 o aluno escreve “eu gostei do imã, eu gostei de brincar. Eu gostei de brincar de tudo”, com correções, onde é explicitada sua afetividade com a palavra “brincar”, entendendo o laboratório aberto como uma brincadeira.

Figura 17 - Relato escrito feito por aluno representando sua resposta à avaliação de aprendizagem.



Fonte: Avaliação de aprendizagem. (2018).

Na figura 18, o aluno inicia sua avaliação com o relato escrito “eu gostei brincar e da resposta”, com correções, demonstrando sua afetividade com a SEI com a palavra “brincar” e com a parte do transcrito “e da resposta”, onde talvez esteja referindo às soluções das perguntas das linhas 67 e 75 ( da terceira parte da SEI - sistematização de conhecimento), haja vista que desenhou um cavalo empurrando uma carroça e dois imãs interagindo por meio de uma força de campo, representando essa interação a distância entre os objetos com pequenos traços. Com essas soluções demonstra a aquisição de significados da Mecânica relacionados à força de contato e de campo.

Figura 18 – Relato escrito e desenho feito por aluno representando sua resposta à avaliação de aprendizagem.



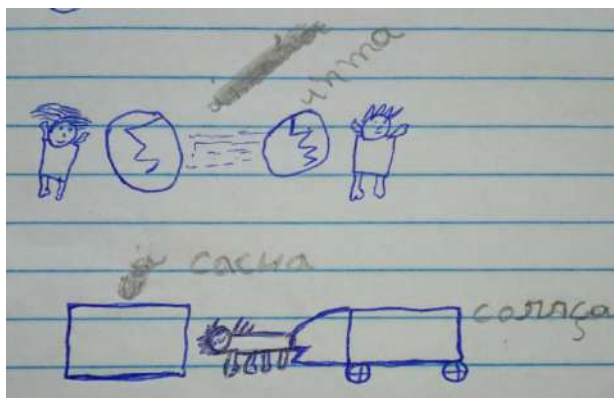
Fonte: Avaliação de aprendizagem. (2018).

Na Figura 19 novamente aparece as soluções das perguntas 67 e 75, onde é evidenciada as forças de campo e de contato, mostra dois imãs interagindo e um cavalo



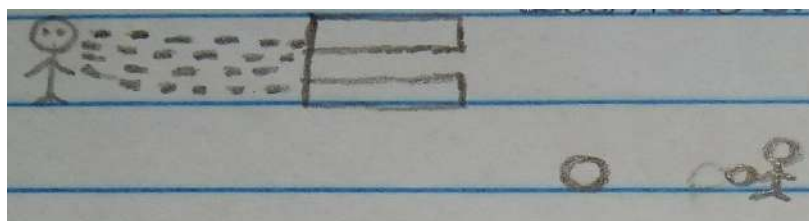
puxando uma carroça evidenciando exemplos, respectivamente, de forças de campo e de contato. O mesmo resultado pode ser encontrado na Figura 20, no qual a força de contato é representada por uma bola que se movimenta ao ser empurrada pelo garoto.

Figura 19 – Desenho feito por aluno representando sua resposta a avaliação de aprendizagem.



Fonte: avaliação de aprendizagem. (2018).

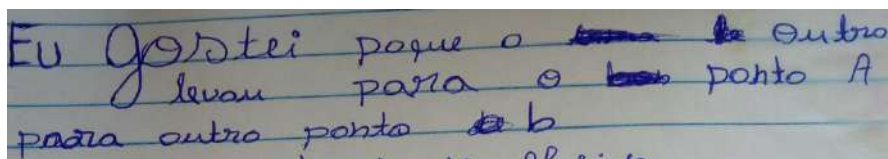
Figura 20 – Desenho feito por aluno representando sua resposta a avaliação de aprendizagem.



Fonte: Avaliação de aprendizagem. (2018).

Em se tratando do texto da Figura 21, podemos constatar que o estudante não apresenta nenhum conhecimento científico no seu relato escrito: “eu gostei porque o outro levou para o ponto A para o ponto B”, com correções, só transcrevendo o que foi feito para solucionar o segundo problema aberto da avaliação diagnóstica, onde “outro” provavelmente se refere ao ímã movimentado a caixa do ponto A ao ponto B.

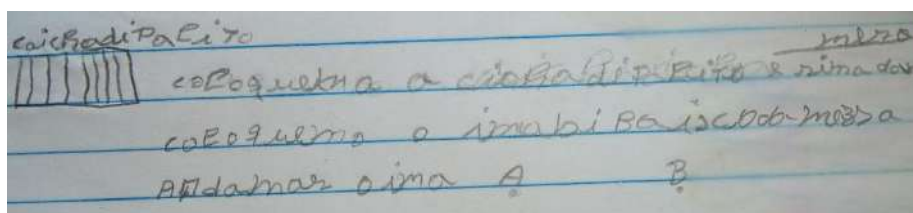
Figura 21 – Relato escrito e desenho feito por aluno representando sua resposta à avaliação de aprendizagem.



Fonte: Avaliação de aprendizagem. (2018).

A avaliação do aluno que aparece na Figura 22 é bastante comprometida pela falta de estrutura da frase, somada a diversos erros de grafia. Acreditamos que ele tenha tentado escrever: “colocamos a caixa de palito em cima da mesa e um colocamos o ímã debaixo da mesa e andamos o ímã do ponto A para o ponto B”. Sendo este o caso, ele apresenta a solução do segundo problema do laboratório aberto, sem apresentar a argumentação científica.

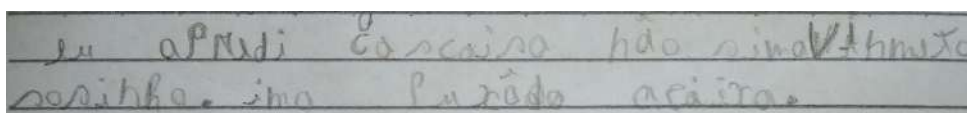
Figura 22 – Relato escrito e desenho feito por aluno representando sua resposta à avaliação de aprendizagem.



Fonte: Avaliação de aprendizagem. (2018).

Na Figura 23 o aluno escreveu “eu aprendi que a caixa não se movimenta sozinha. Ímã puxa a caixa”, com correções, mostrando a construção do conceito científico relacionado com o princípio da Inércia, ou seja, um corpo não altera sua quantidade de movimento se não houver interação com outro corpo: a caixa só se movimentou por que o ímã a puxou.

Figura 23 – Relato escrito e desenho feito por aluno representando sua resposta à avaliação de aprendizagem



Fonte: Avaliação de aprendizagem. (2018).

Vale ressaltar que no teste avaliativo não houve a associação direta do homem com a palavra força demonstrado na avaliação diagnóstica, e nem com o movimento da caixa de fósforo. Portanto o objetivo da SEI - FORÇA com relação às construções dos conceitos

básicos da Mecânica: força e sua relação com o princípio da movimentação dos corpos (sem haver preocupação nesse momento com a visão aristotélica dos estudantes), foi de fato alcançado.

## 5.2 Gravidade

Nessa seção apresentaremos todas as análises de cada etapa da segunda parte da SEI.

### 5.2.1 Avaliação Diagnóstica

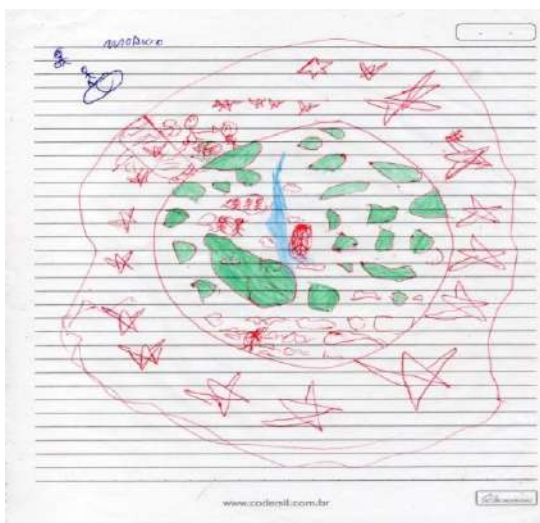
Esta etapa da sequência procura mostrar as noções de espaço, forma e força gravitacional do planeta Terra apresentadas pelos alunos no teste diagnóstico referido à SEI **Gravidade** apresentada na seção 4.3.

Esta etapa foi iniciada com exibição do vídeo “A dura vida na Estação Espacial Internacional”, com duração de 2 minutos e 33 segundos e foi solicitado aos alunos para elaborarem um desenho do planeta Terra em um papel, descrevendo como achavam ser o planeta. Após a elaboração do desenho, foram feitas questões abertas a serem respondidas no próprio desenho: “Onde nós estamos neste desenho”? – “E os astronautas do vídeo”? – “Se o astronauta estiver fora da estação espacial e soltar uma pedra de suas mãos, o que aconteceria com ela?” Desse questionamento surgiram os dados que analisamos abaixo.

Como foi apresentado no capítulo 1, analisamos essa avaliação diagnóstico com base das noções de Nardi et al (1996).

Noção 1- Na avaliação diagnóstica, nenhum aluno apresentou essa representação. A Figura 24 é um exemplo de desenho feito pelos estudantes mostrando a Terra esférica.

Figura 24 – Desenho feito por aluno representando o formato esférico da Terra e juntamente os astros em sua volta.



Fonte: Teste diagnóstico. (2018).

Noção 2- Concluimos que nenhum aluno apresentou esse estágio, pelo fato das produções mostrarem o formato esférico do planeta, bem como as respostas sobre a pedra solta pelo astronauta indicarem que ela se deslocaria para o planeta Terra ou ficaria flutuando, como pode ser observado na Figura 25. No descrito, podemos afirmar que os alunos já avançaram nesse nível de conhecimento.

Figura 25 – Dois desenhos feitos por alunos que escreveram que a pedra solta pelo astronauta iria flutuar.

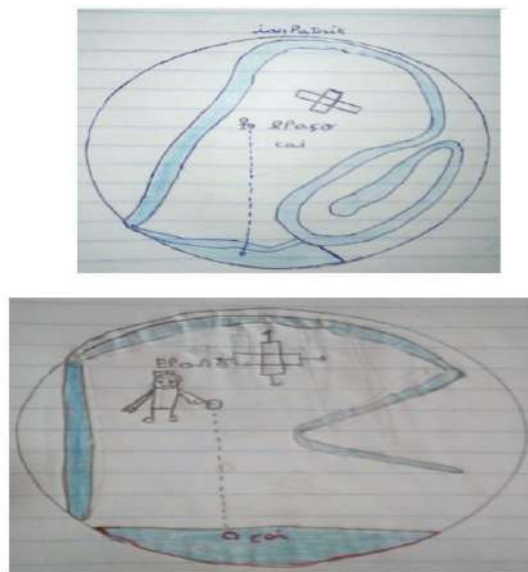


Fonte: Teste diagnóstico. (2018).

Noção 3- Podemos encontrar essa representação em alguns trabalhos do teste, como aparecem na Figuras 26 e 27, onde os estudantes respondem à pergunta “onde nós

estamos neste desenho? ”, desenhando as pessoas vivendo na sua parte inferior interna, o “chão”, e desenhando a estação espacial junto com o astronauta na parte superior interna da esfera, o “céu”. Neste caso, podemos observar que a pedra solta pelo astronauta “caía” em direção à parte inferior interna da Terra.

Figura 26 – Dois desenhos feitos por alunos evidenciando que estão nos estágios da Noção 3.



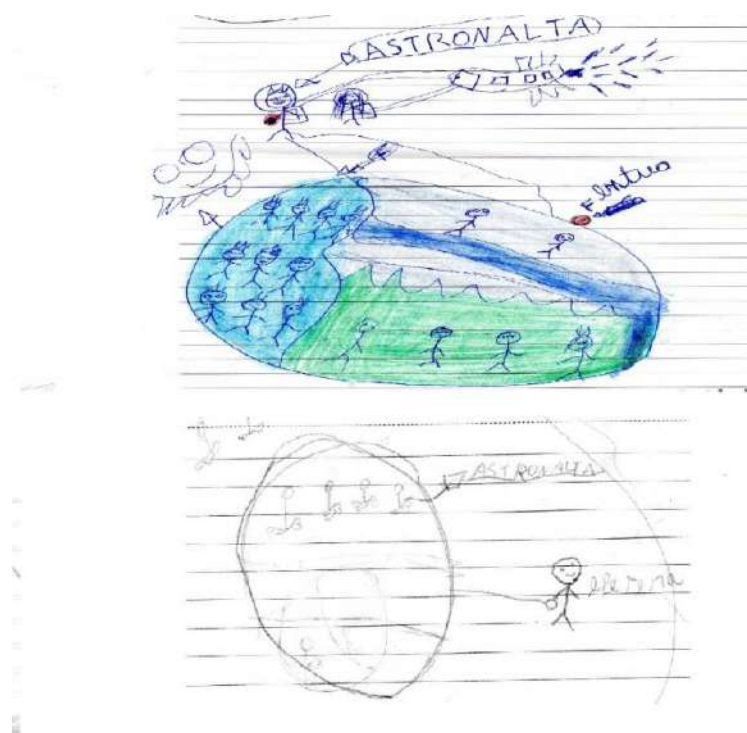
Fonte: Teste diagnóstico. (2018).

Figura 27 – Desenho feito por aluno mostrando a pedra caindo em direção à parte inferior interna da Terra.



Fonte: Teste diagnóstico. (2018).

Figura 28 – Dois desenhos feitos por alunos mostrando a pedra caindo em direção ao centro do planeta Terra.



Fonte: Teste diagnóstico. (2018).

Apesar de na Figura 28 os alunos mostrarem que a pedra é atraída para o centro do planeta, em nenhum momento enfatizaram que as pessoas vivem na superfície, indicando inclusive que estão na parte inferior interna do planeta característica da noção 4.

Concluimos então, que no momento da aplicação do teste diagnóstico, a turma se encontrava no processo de mudança da noção 3 para a noção 4: embora considerassem que moramos na parte inferior interna da Terra, que é característica da noção 3, a maioria dos alunos enfatizaram “evoluções”, que Nardi et al (1996) chamaram como a diferença entre essas noções, em seus desenhos. Por exemplo: a pedra flutuava ou caíria em direção à superfície do planeta e os astros e o astronauta, ficariam fora do Planeta, fato esse vivenciado na maioria das figuras, ou seja, já moldando seu conhecimento científico.

### 5.2.2 Demonstração Investigativa

Terminada a primeira parte da SEI para identificação dos conhecimentos prévios dos alunos, o aplicador, desenvolvendo o papel de professor mediador, organizou a turma em semicírculos e apresentando a representação do planeta Terra com a bola de isopor presa ao teto. A seguir, ele problematizou a situação para o levantamento das hipóteses, coleta de dados e conclusões com as questões abertas do tipo: “Onde é o embaixo da Terra”? Entre outras.

Outrossim, apresentaremos a análise dos indicadores da alfabetização científica na sistematização dos conhecimentos da SEI e por fim os elementos constitutivos básicos da argumentação dos alunos no modelo padrão de Toulmin apud Sasseron e Carvalho (2014).

É importante esclarecer que na bola de isopor os polos norte e sul foram pintados de branco. A Tabela 5.2.2.1 apresenta a transcrição desse momento. Toda vez que for preciso uma narração do ocorrido durante a demonstração investigativa o falante será chamado de “ação”.

Quadro 5 – Falas do primeiro momento argumentativo.

Linhas	Sujeito	Fala
1	Aplicador	Onde é o embaixo da Terra?
2	A9	O branco
3	Aplicador	O branco de cima ou o de baixo do globo?
4	Turma	O de baixo
5	Ação	O aplicador chama o aluno A13 para se aproximar do globo
6	Aplicador	Coloque esse objeto, onde você imagina que é o embaixo da Terra.
7	Ação	O aluno coloca o objeto no polo norte do globo
8	Aplicador	Ele colocou certo onde é o embaixo da Terra?
9	Turma	Não
10	Aplicador	Pode vir outro aluno para solucionar o problema?
11	Ação	O aluno A14 pega outro objeto e coloca no polo sul
12	Aplicador	Quem acha que o colega colocou certo o objeto levante a mão
13	Ação	A turma levantou a mão
14	Ação	Com um objeto em cada polo do globo o aplicador segura o globo e virar de cabeça para baixo.
15	Aplicador	Se eu visse assim? <b>IIII</b>
16		Onde é o embaixo da Terra?
17	A1	Aí em cima.
18	Aplicador	É em cima o embaixo da Terra?
19	Xxx	É embaixo.
20	Ação	O aplicador deixa o globo da forma inicial
21	Aplicador	E agora onde é o embaixo?
22	A13	Ainda é embaixo da bola.
23	Aplicador	Então, existe o embaixo da Terra?
24	Alunos	Não $\sqcap$
25	Alunos	Sim $\sqcap$

Fonte: Demonstração investigativa. (2018).

Nesse primeiro momento, os alunos apresentaram indicadores da alfabetização científica, pois usaram o raciocínio lógico através das observações durante a investigação e a comunicação de ideias fornecidas pelo aplicador, linhas 23 (“Então, existe o embaixo da Terra?”), assim como, trabalharam com as informações e com os dados disponíveis para mudarem suas conclusões, linhas 19 (“É embaixo”) e 22 (“Ainda é embaixo da bola”). Mesmo assim, ainda muitos continuaram com a **tese** inicial.

O segundo momento da atividade (Quadro 7) teve como objetivo fazer com que a turma, nesse momento de sua escolaridade, utilizasse a vista da Terra espacialmente e percebesse que os polos não representam o embaixo e nem o em cima do planeta, pois o em cima da Terra é a sua própria superfície. Muitos alunos ainda ficaram em dúvida nessa problemática.

Quadro 6 – Falas do segundo momento argumentativo.

Linhas	Sujeito	Fala
26	Aplicador	O homem na Antártica cai para baixo? (cai no chão da sala)
27	Turma	Não
28	Aplicador	Por que ele não cai para baixo?
29	A15	Porque ele tá dentro da Terra
30	Ação	O aplicador volta a segurar o globo, coloca de cabeça para baixo, afasta o objeto a uma certa distância da superfície, e solta e o objeto, que volta para a superfície do globo
31	Aplicador	O homem que está no continente Alasca, ele cairia para baixo?
32	A6	Não, não
33	Aplicador	Então, será que existe o em cima e o embaixo da Terra?
34	Turma	Existe
35	Ação	O aplicador volta a colocar o globo de cabeça para baixo e também deixando normal, volta a afastar o objeto a uma certa distância da superfície e solta e o objeto, que volta para a superfície do globo.
36	Aplicador	O homem que está na Antártida cai (cai no chão da sala)?
37	Turma	Não
38	Aplicador	E o homem que está no Alasca cai (cai no chão da sala)?
39	Turma	Não
40	Aplicador	O homem na Antártida se ele pular o que vai acontecer?
41	Xxx	Ele volta para Terra
42	Aplicador	Onde é o embaixo da Terra?
43	A1	Nenhum dos dois lados
44	A15	Não tem embaixo da Terra
45	Aplicador	Alguém discorda?
46	Turma	Não
47	Aplicador	É só uma questão de como nós olhamos para ela

Fonte: Demonstração investigativa. (2018).



Nesse segundo momento, os alunos apresentaram os indicadores da alfabetização científica. As respostas das linhas 32 (“Não não”), 37 (“não”) e 39 (“não”) se originaram no momento em que eles observaram que o objeto no polo sul não caía, isto é, usaram o raciocínio lógico durante a investigação e a comunicação de ideias com o aplicador e utilizaram os dados disponíveis para chegarem na conclusão esperada, linha 43 (“Nenhum dos dois lados”) e 44 (“Não tem embaixo da Terra”). Outro indicador da alfabetização científica se faz presente na linha 29 (“porque ele tá dentro da Terra”) onde a aluna A15 estabeleceu sua explicação sobre os fenômenos em estudo, buscando justificar para torná-la mais convincente.

No terceiro momento da aula (Quadro 8) o aplicador tem o objetivo de discutir a força gravitacional do planeta Terra com a turma, como sendo uma força de campo, sempre de forma espacial e solicitando a manipulação do globo de isopor e os objetos pelos alunos.

Quadro 7 – Falas do terceiro momento argumentativo.

Linhas	Sujeito	Fala
64	Nara	O aplicador solicita para que o aluno A11 se aproxime da bola de isopor e aponte o ponto onde estamos no mapa para a turma
65	Aplicador	Nós estamos aqui,
66		Agora tire o objeto do ponto,
67		Vai aproximando o objeto devagarinho sem “triscar”,
68		Aproxime o máximo possível sem “triscar”,
69	Ação	O aluno pega o objeto e tenta aproximá-lo do ponto
70	Aplicador	Outro aluno está a fim de tentar aproximar o objeto do planeta Terra o máximo possível?
71	Ação	O aluno A11 se levanta e se aproxima do isopor
72	Aplicador	Relate para a turma o que acontece quando você aproxima o objeto do planeta Terra?
73	A1	Hum III
74	Aplicador	Alguém da turma sabe explicar? III
75	Ação	O aplicado pergunta se mais alguém quer tentar e o aluno A13 se levanta e tenta aproximar o objeto o máximo possível sem tocar no globo
76	Aplicador	Relate para a turma,
77		O que você sentiu quando o objeto chegou perto do planeta? III
78	A13	O objeto sente a gravidade do planeta
79	Aplicador	Porque ele sente a gravidade!
80		Como é essa gravidade? III
81		O que acontece quando um corpo chega próximo do planeta Terra?
82	Aplicador2	O pessoal entendeu, mas não estão com coragem de falar↑
83	Ação	O aplicador pega o objeto e aproxima da bola de isopor e retoma a pergunta da linha 77
84	A13	Puxa
85	Aplicador	Puxa?
86	A13	É
87		Por quê? III

88	Aplicador	Isso que a Terra puxa o corpo é a gravidade?
89		Vocês concordam que quando o corpo chega próximo do planeta Terra ele é puxado?
90	A9	É
91	Aplicador	Qualquer corpo que se aproxima do planeta Terra, tanto por cima, pela lateral e por baixo, é puxado para a superfície do planeta?
92	Turma	É
93	Aplicador	Isso é a gravidade?
94	Turma	É

Fonte: Demonstração investigativa. (2018).

A sistematização do tema ocorre no final dessa terceira parte, nas linhas 88 a 94, finalizando com a turma respondendo positivamente as perguntas 91 (“Qualquer corpo que se aproxima do planeta Terra, tanto por cima, pela lateral e por baixo, é puxado para a superfície do planeta?”) e 93 (Isso é a gravidade?) de acordo com o objetivo esperado.

Os alunos, novamente, apresentaram alguns indicadores da alfabetização científica ao trabalhar com as informações e com os dados disponibilizados tanto pela manipulação do objeto, linhas 78 (“O objeto sente a gravidade do planeta”), quanto pelo aplicador, linha 89 (“Vocês concordam que quando o corpo chega próximo do planeta Terra ele é puxado?”), e percebeu-se que os alunos utilizaram raciocínio lógico durante a investigação e a comunicação de ideias na situação de ensino. Destacamos a fala do aluno A13, linha 78, que estabeleceu sua explicação para o fenômeno investigado, esse momento está de acordo com os indicadores de alfabetização científica.

Mesmo os alunos estarem no período operacional concreto, conforme citamos no item 1.6 do capítulo 1, eles conseguiram levantar hipóteses de conteúdo abstrato como a gravidade.

O último momento da atividade teve como objetivo sistematizar o assunto tratado na SEI com a retomada do vídeo do início da sequência (Quadro 9).

Quadro 8 – Falas do quarto momento argumentativo.

Linhas	Sujeito	Fala
106	Aplicador	Por que o astronauta,
107		No espaço,
108		Que vocês viram no vídeo,
109		Ele não caia no planeta Terra?
110	A1	Por causa da gravidade zero
112	Aplicador	Oi!?
113	A13	Porque não tinha ar
114	A1	Por causa da gravidade

115	Aplicador	Não tinha ar?
116	A1	Ele tá longe do planeta Terra
143	Aplicador	Só atrai se estiver perto
144		O astronauta não cai porque,
145		Não tem a ver com a falta de ar,
146		Por que ele está,
147	Turma	Longe <b>III</b>
148	Aplicador	Voltamos para o mundo real, esse objeto só cai para a superfície do planeta porque ele está perto,
149		A força que a Terra puxa qualquer corpo nas suas proximidades se chama,
150		Gravidade $\Gamma$
151	Turma	Gravidade $\gamma$
152	Aplicador	A mesma coisa que acontece com o planeta Terra acontece com os outros planetas do sistema solar,
153		Se você estiver em uma nave espacial e chegar muito próximo de Marte,
154		Você será atraído também,
155		Você chegar muito próximo do Sol você será atraído também,

Fonte: Demonstração investigativa. (2018).

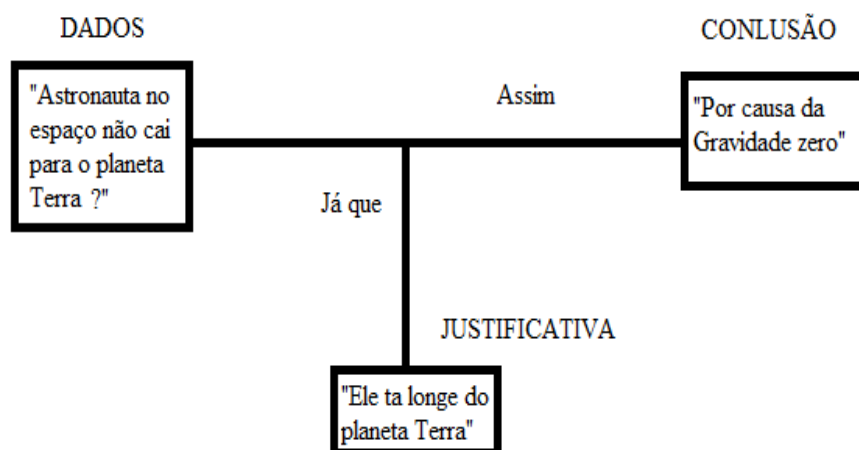
Os indicadores da alfabetização científica, nesse último momento os alunos apresentaram explicações sobre o fenômeno em estudo, a gravidade, linha 116, e trabalharam com as informações e com os dados disponíveis, linhas 144 a 147. Destacamos os argumentos do aluno A1, que além de apresentar o uso de raciocínio lógico durante a investigação na comunicação de suas ideias na situação de ensino e aprendizagem, apresentou, também, o uso do raciocínio proporcional, ao inferir que a aceleração gravitacional é inversamente proporcional à distância como mostrado na equação 6 do capítulo 2.

Segundo o aluno A1, pelo fato do astronauta estar longe do Planeta Terra, “Ele tá longe do planeta Terra”, a gravidade é zero, “Por causa da gravidade zero”. Percebe-se, assim, que ele adquiriu a linguagem científica sobre o tema apresentado pela SEI e que posteriormente poderá ser transformada em linguagem matemática mostrada pela **equação 06**. E quando apresentarem a lei da gravitação universal de Newton, na qual a gravidade é proporcional ao produto das massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância.

Talvez por se tratar de uma demonstração investigativa, em nenhum dos momentos da aula foi possível verificar o levantamento das hipóteses a serem realizadas e testadas pelos alunos, mas o modelo argumentativo abaixo trouxe a análise direta da conclusão da turma ao responder que a gravidade é zero e justificar que isso acontece porque ele (o astronauta) está longe do planeta.

Abaixo a figura 29, mostra claramente o modelo de argumentação de Toulmin construído por intermédio de dados retirado da parte 2 da SEI aplicada na turma, demonstrando assim a eficiência do material para a promoção da participação dos discentes na sala de aula com a utilização de argumentos em seu discurso.

Figura 29 - Modelo padrão de Toulmin retirado da parte - Gravidade.



Fonte: Autor. (2018).

Os dados desse processo de argumentação foram devidos às discussões estabelecidas no processo de demonstrações utilizando um globo de isopor pendurado na sala de aula e objetos de ferro que fomentaram a construção de ideias, que auxiliaram os alunos a construir suas conclusões.

### 5.2.3 Avaliação da Aprendizagem do Aluno

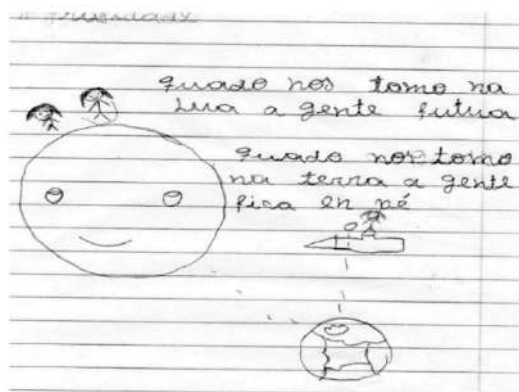
Depois de realizar a segunda parte da SEI – Gravidade, após o momento da sistematização e da conjuntura social do conhecimento, que transcorreu em relatos orais, solicitamos aos alunos que fizessem um desenho e também escrevessem sobre o que aprenderam na aula. Nosso objetivo foi analisar os avanços das noções epistemológicas de Nardi et al (1996), pelos alunos após participarem da Sequência de Ensino Investigativa e a elaboração da Linguagem Científica nos transcritos nos desenhos. Essa análise possibilitou avaliar o uso da linguagem científica. Os desenhos nessa fase apresentaram uma evolução significativa em relação aos realizados anteriormente (teste diagnóstico).

Ao compararmos os desenhos do teste diagnóstico com os da avaliação de aprendizagem do aluno, os avanços das noções epistemológicas abordadas puderam ser identificados nas ilustrações da relação entre o espaço, a forma e força gravitacional do planeta Terra. Inicialmente, as minorias dos alunos representavam a noção 3, o formato da Terra “oca, e o restante dos alunos apresentavam a “evolução” da noção 3 para a noção 4, ou seja, a existência da gravidade, o planeta situado no espaço e seu formato esférico. Na avaliação de aprendizagem os alunos apresentaram a humanidade vivendo na superfície dos astros, Figura 28, característica principal da noção 4.

Nos exemplos de desenhos a seguir, apresentaremos uma análise dos desenhos produzidos na avaliação de aprendizagem.

Na Figura 30, o aluno apresentou o formato esférico do planeta, a lua, a estação espacial, um astronauta e duas pessoas na superfície lunar. Claramente é evidenciado que o aluno situa o planeta no espaço cósmico e as pessoas não ficam no interior dos astros. O discente também desenhou a trajetória de um objeto, solto pelo astronauta, se deslocando em direção à superfície do planeta Terra. Outra interpretação possível para a linha tracejada é que represente a interação gravitacional entre a Terra e o objeto e a Terra e a Lua, haja vista que esses pontos também estão ligando a Lua e a Terra outrossim que durante as etapas da SEI não foi demonstrado o deslocamento do astro para a superfície do planeta, mesmo assim, nos dois casos demonstra que o estudante concebeu o planeta como fonte de força gravitacional, características essas que enfatizam que o discente alcançou a noção 4 de Nardi et al (1996). As ilustrações dadas pelo aluno vêm ao encontro do propósito da demonstração investigativa (2 partes da SEI) nos problemas proposto nas linhas 106 a 109 e com o vídeo, onde os protagonistas vão até a Lua.

Figura 30- Registro do aluno.

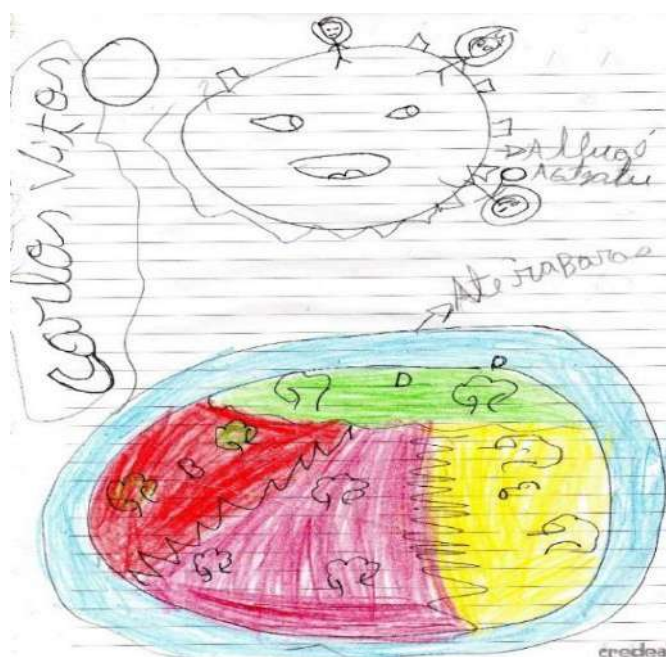


FONTE: Avaliação de aprendizagem. (2018).

O aluno faz o relato escrito: “*quando nos tomo na lua a gente flutua*” “*quando nos tomo na terra a gente fica em pé*”. Mostrando a diferença da aceleração gravitacional entre a Lua e a Terra. A aquisição dessas aprendizagens quiçá pelo fato de no término da segunda parte da SEI ter sido apresentado o vídeo “O show da Lua: Pra baixo ou pra cima?”.

Na Figura 31, o aluno faz uma representação do planeta Terra e da Lua, não representando a estação espacial do vídeo do teste diagnóstico, com algumas outras figuras, mas tentando representar o formato esférico da Terra, desenhando com linhas e cores, dividindo o planeta em setores e nesses setores desenhando as árvores com as raízes direcionadas para o centro da Terra. Além do mais, representou a atmosfera terrestre com coloração azul, tema esse não abordado nas etapas da SEI. Outro fator relevante foi a posição dos astronautas na superfície da Lua, mostrando o astro possuidor da aceleração gravitacional.

Figura 31- registro do aluno.

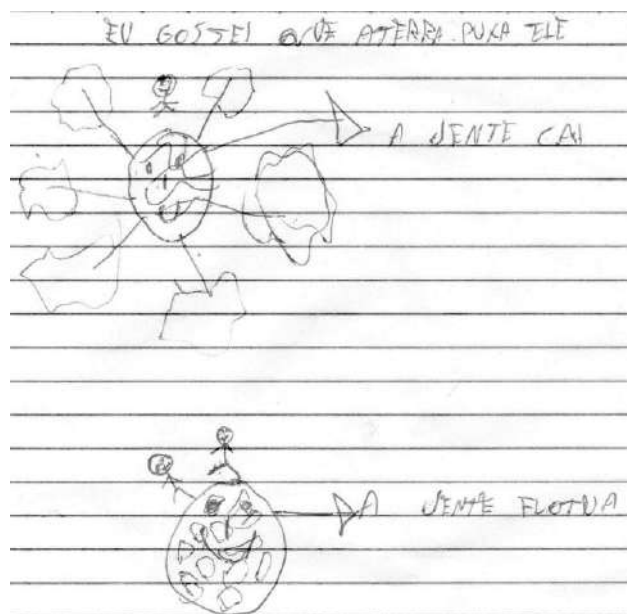


Fonte: Avaliação de aprendizagem. (2018).

Na Figura 32, aparece novamente a aquisição da noção 4 e referências da demonstração investigativa e do vídeo, ambos trabalhados na segunda parte da SEI. Em relação ao primeiro caso, o estudante desenhou um astronauta em órbita ao redor do planeta Terra, escrevendo “*QUE A TERRA PUXA ELE*”, demonstrando que o planeta está interagindo, mesmo à distância, com o astronauta, possivelmente através da força gravitacional. Com relação ao segundo caso, desenhou os dois personagens do vídeo estando na superfície da Lua e relatos escritos “*A JENTE CAI*” com uma seta saindo da superfície do planeta Terra e “*A JENTE FLOTUA*” com uma seta saindo da superfície da Lua, fazendo comparação entre a

aceleração gravitacional da Terra e da Lua. Outro fato importante nesse desenho é que o aluno transcreveu sua afetividade, ao personificar os astros.

Figura 32- Registro do aluno.



Fonte: Avaliação de aprendizagem. (2018).

Na segunda parte da SEI, foi evidenciada a linguagem científica, referindo-se à força gravitacional como sendo inversamente proporcional à distância entre os objetos e encontramos novamente esse conceito nos desenhos produzidos pelos alunos na avaliação de aprendizagem.

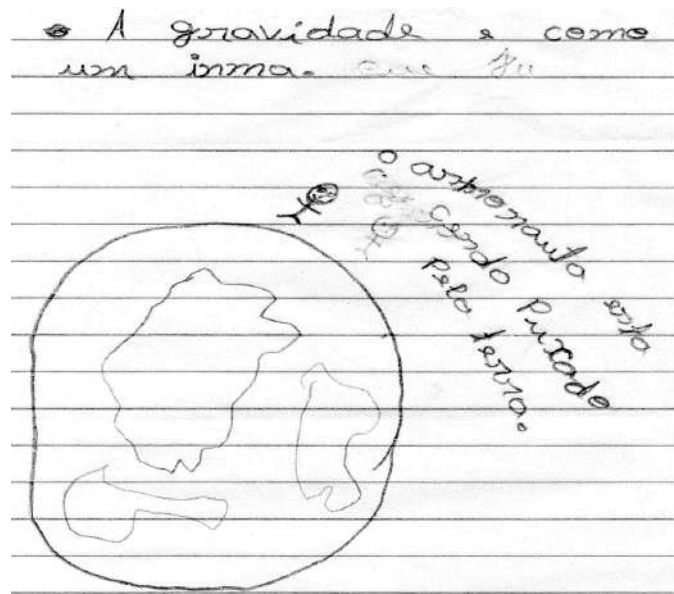
Nas Figura 33 e 34, os alunos demonstram claramente a aquisição da linguagem científica em suas transcrições: “a gravidade e como um inma” mostrando a percepção da força gravitacional como uma força de campo e “e quando ele está muito perto da terra ele cai se o astronauta fica muito loje da terra ele ele não cai”, bem como relatando a força como sendo inversamente proporcional à distância, novamente uma linguagem envolvendo a equação 6 do capítulo 2 .

Com as transcrições do paragrafo anterior retomamos a analise do item 1.6 que destaca Piaget, o desenvolvimento cognitivo e as atividades investigativas, mostra que pela faixa de idades dos alunos do quinto ano eles estão no período operacional-concreto. Mesmo as crianças precisar de sua incidência direta sobre os objetos reais para a aprendizagem, pois segundo Piaget (2010), a criança não é capaz de operar com hipóteses e recorre a objetos e

acontecimentos concretos, presentes no momento elas apresentaram um grande dados da alfabetização científica no conteúdo de campo gravitacional.

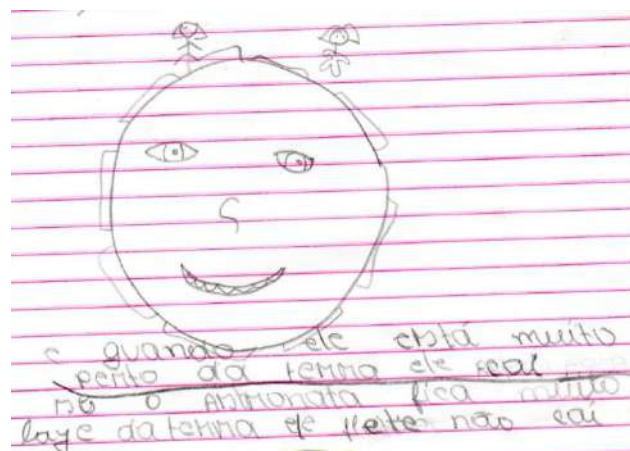
Conteúdo ocorreu à aprendizagem de conteúdos estreitamente implícitos, que requer uma imaginação, que levam os alunos a ter que construir construtos mentais e estão fora do nível de desenvolvimento cognitivos da turma.

Figura 33- Registro do aluno.



Fonte: Avaliação de aprendizagem. (2018).

Figura 34- Registro do aluno.



Fonte: Avaliação de aprendizagem. (2018).

Aqui houve uma análise da avaliação da aprendizagem.



## Capítulo 6

### Considerações Finais

O presente trabalho desenvolveu uma proposta didática que buscou contribuir para o processo de ensino-aprendizagem em aulas de ciências utilizando o ensino por investigação, especificamente as Sequências de Ensino Investigativo, estruturadas por Anna Maria Pessoa de Carvalho.

O objetivo geral do trabalho foi potencializar a alfabetização científica dos alunos do quinto ano do ensino fundamental em conceitos científicos básicos necessários ao estudo de astronomia, utilizando Sequências de Ensino Investigativo. A análise da aplicação das SEIs mostrou que ele foi alcançado, uma vez que foi possível observar nos estudantes uma evolução epistemológica dos conceitos espontâneos de força e campo gravitacional terrestre para os seus respectivos conceitos científicos que futuramente, nos anos finais do ensino fundamental ou no ensino médio, poderão ser mais elaborados de acordo com os parâmetros dessa linguagem.

Um exemplo dessa evolução aparece na fala de um dos alunos, quando afirma, na fase final da aplicação da SEI: “Porque só ela mesmo não sai”, envolvendo princípios básicos da dinâmica e “ele tá longe do planeta Terra”, envolvendo princípios básicos da Gravitação, destacando a relação de proporcionalidade entre as grandezas aceleração gravitacional e distância.

Destacamos na argumentação da turma que o movimento da caixa tem relação com a força e nas justificativas destacam que ela pode ser de campo (ímã) ou de contato (vento). Juntamente a evolução da turma dos conhecimentos relacionados à palavra força.

No teste diagnóstico da parte Força, os alunos exclusivamente relacionavam a palavra força como sendo um atributo do ser humano. Já na avaliação da sequência, os discentes associavam a palavra força, como sendo a interação à distância entre os dois ímãs, associando ao movimento da caixa.

Outro ponto a ser destacado foi a evolução epistemológica proposta por Nardi et al (1996), nos alunos, relacionado ao tema “campo gravitacional do planeta Terra”, que foi bastante significativa: a análise do teste diagnóstico da parte Gravidade indicou que os discentes não apresentaram a noção 4, já na avaliação da mesma sequência esta noção já apareceu.

Para encerrar, na introdução desta pesquisa, colocamos a seguinte questão feita por um aluno: professor, por que uma pessoa no polo sul não cai para baixo? Responder a esta questão não foi algo simples – foi preciso desenvolver e aplicar as duas SEIs para construir os elementos necessários ao seu entendimento - mas ficou evidenciada a compreensão dos alunos de que qualquer corpo, estando em qualquer parte do globo terrestre a uma certa altura da sua superfície, é puxado para o centro do astro e esse fenômeno se estende a qualquer astro do cosmo.

## Referências Bibliográficas

[Assai 2017] Assai, N. D. S.; Freire, L. I. F. A utilização de atividades experimentais investigativas e o uso de representações no ensino de cinética química. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n.6, p. 153 – 172, 2017.

[Aurélio 2002] Aurélio. O mini dicionário da língua portuguesa. Rio de Janeiro: 4ª edição revista e ampliada do mini dicionário Aurélio. 7ª impressão, 2002.

[Borges 2002] Borges, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p.291-313, 2002.

[Bellucco 2014] Bellucco, A.; Carvalho, A. M. P. Uma proposta de sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, p. 30-59, 2014.

[Benedicto 2017] Benedicto, E. C. P. O Caso do esmalte e do isopor: contribuições às atividades investigativas no ensino de química. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n.6, p. 243 – 251, 2017.

[Berland 2012] Berland, L. K.; McNeill, K. L. For whom is argument and explanation a necessary distinction? A response to Osborne and Patterson. **Science Education**, v. 96, n.5, p. 808-813, 2012

[Brasil 1997] Brasil. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997.

[Carvalho 2014] Carvalho, A. M. P. Calor e temperatura: um ensino por investigação. São Paulo: Livraria da Física, 2014.

[Carvalho 2009] Carvalho, A. M. P. et al. **Ciências no ensino fundamental: o conhecimento Físico**. São Paulo: Secione, 2009.

[Celestia 2018] Celestia: Simulação de espaço. Disponível em <<https://celestia.space/>>. Acesso em Setembro de 2018.

[Ferraz 2017] Ferraz, A. T.; Sasseron, L.H. Propósitos epistêmicos para a argumentação em aulas investigativas. **Investigação em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 1, p. 42-60, 2017.

[Freire 1997] Freire, P. Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997.

[Filho 2017] Filho, M. P. S.; Trevisani, J. A. Inserindo conceitos físicos no primeiro ciclo do ensino fundamental: uma abordagem construtivista. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n.4, p. 90 – 99, 2017

[Filho 2016] Filho, et al, M. A. Desenvolvimento de uma metodologia de ensino de astronomia com o uso de software livre. Trabalho apresentado em congresso Acesso em: 23/06/2016.

[Flores 2017] Flores, J. F.; Filho, J. B. R.; Ferraro, J. L. Investigação como princípio na formação de professores de ciências dos anos iniciais. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n.3, p. 80 – 92, 2017.

[Franco 2013] Franco, L. G.; Munford, D. Aprendendo a Usar Evidências nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental ao Longo do Tempo: um estudo da Construção Discursiva de Formação de Resposta em Aulas de Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n.3, p. 9-23, 2013.

[Goi 2014] Goi, M. E. J.; Santos, F. M. T. Formação de professores e o desenvolvimento de habilidades para a utilização da metodologia de resolução de problemas. **Investigação em Ensino de Ciências**, v. 19, n. 2, p. 431-450, 2014.

[Gomide 2013] 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.

[IBGE 2015] IBGE.cidades: São Domingos do Capim. Disponível em < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/sao-domingos-do-capim> >. Acesso em fevereiro de 2018.

[Marcondes 2009] Marcondes, M. E. R.; Suart, R. C. A manifestação de habilidade cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Ciência e Cognição**, v 14, p. 50 – 74, 2009.

[Mendonça 2017] Mendonça, J. R.; Zanon, D. A. V. Experimentos investigativos a partir da temática refrigerante no ensino de ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n.3, p. 43 – 55, 2017.

[Morais 2014] Moraes, C. S. e Neto, J. E.; Ferreira, H. S. Perspectivas de ensino das ciências: o modelo por investigação no sertão pernambucano. **Experiências em Ensino de Ciências**, V.9, N. 1, p. 90 – 100, 2014.

[Moreira 2016] Moreira, L. C.; Gírlene, S. S. O uso de atividades investigativas como estratégia metodológica no ensino de microbiologia: um relato de experiência com estudantes do ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 11, n.3, p. 1 – 17, 2016.

[Moreira 2015] Moreira, M. A. Teoria de aprendizagem. 2. Ed. São Paulo: E.P.U., 2015.

[Moreira 2011] Moreira, M. A. Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

[Muchenski 2015] Muchenski, J. C.; Miquilin, A. F. Experimentação no ensino de física como método de aperfeiçoamento do perfil epistemológico dos estudantes do sétimo ano do ensino fundamental. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 1, p. 23 – 40, 2015.

[Oliveira 2017] Oliveira, V.; Araujo, I. S.; Veit, E. A. Resolução de problemas abertos no ensino de física: uma revisão da literatura. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n.3, p. e3402-1 a e3402-17, 2017.

[Oliveira 2010] Oliveira, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta scientiae**, v. 12, n. 1, p. 139 – 153, 2010.

[Oliveira 2009] Oliveira, T. et al. Compreendendo a aprendizagem da linguagem científica na formação de professores de ciências. **Educar**, Curitiba, n.34, p. 19-33, 2009.

[Osborne 2011] Osborne, J. F.; Patterson, A. Scientific Argument and Explanation: A Necessary Distinction? **Science Education**, v. 95, n.4, p. 627-638, 2011.

[Pereira 2016] Pereira, G. R.; Paula, L. M. e Soares, K. C. e Paula, L. M. e Silvia, R. C. Atividades experimentais e o ensino de Física para os anos iniciais do Ensino Fundamental: análise de um programa formativo para professores. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 2, p. 579-605, 2016.

[Piaget 2010] Jean Piaget / Alberto Munari; tradução e organização: Daniele Saheb. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Editora Massangana, 2010.

[Sasseron 2016] Sasseron, L. H.; Duschl, R. A. Ensino de Ciências e as Práticas Epistêmicas: o papel do professor e o engajamento dos estudantes. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 21, n. 2, p. 16, 2016.

[Sasseron 2015] Sasseron, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relação entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, v. 17, n. especial, p. 49 – 67, 2015.

[Sasseron 2014] Sasseron, L. H.; Carvalho, A. M. P. A construção de argumentos em aulas de ciências: o papel dos dados, evidências e variáveis no estabelecimento de justificativas. **Ciência & Educação**, Bauru, v.20, n.2, p.393-410, 2014.

[Senra 2014] Senra, C. P.; Braga, M. Pensando a natureza da ciência a partir de atividades experimentais investigativas numa escola de formação profissional. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, p. 7-29, 2014.

[Silva 2017] Silva, F. C. V. ; Campos, A. F.; Almeida, M. A. V. Situação-problema sobre radioterapia no ensino superior de química: contextos de uma investigação. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n.1, p. 14 – 25, 2017.

[Silva 2017] Silva, M. B.; Trivelato, S. L. F. A mobilização do conhecimento teórico e empírico na produção de explicações e argumentação numa atividade investigativa de biologia. **Investigação em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 2, p. 139-153, 2017.

[Silva 2013] Silva, S. M.; Serra, 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.

[Sousa 2016] Sousa, M. L. K. A.; Cavalcante, M. A. **Magmatismo para Crianças. Física na Escola**, v. 1, n. 1, 2000. Acessado em 28/09/2016.

[Sousa 2015] Sousa, J. M.; Malheiros, A. P. S.; Figueiredo, N. Desenvolvendo práticas investigativas no ensino médio: o uso de um objeto de aprendizagem no estudo de Força de Lorentz. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, p. 988-1006, 2015.

[Souto 2015] Souto, E. K. S. C.; Silva, L. S.; Silva, L. S. A utilização de aulas experimentais investigativas no ensino de ciências para abordagem de conteúdos de microbiologia. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 59 – 69, 2015.

[Sperandio 2017] Sperandio, M. R. C.; Rossieri, R. A.; Rocha, Z. F. D. C.; Goya, A. O ensino de ciências por investigação no processo de alfabetização e letramento de alunos dos anos iniciais do ensino fundamental. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 12, n.4, p. 1 – 17, 2017.

[Taha 2016] Taha, M. S.; Lopes, C. S. C.; Soares, E. L.; FOLMER, V. Experimentação como ferramenta pedagógica para o ensino de ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 1, p. 139 – 154, 2016.

[Tvbrasil 2018] tvbrasil.ebc: O show da Luna. Disponível em < [tvbrasil.ebc.com.br/oshowdaluna/episodio/pra-baixo-ou-para-cima](http://tvbrasil.ebc.com.br/oshowdaluna/episodio/pra-baixo-ou-para-cima) >. Acesso em Setembro de 2018.

[Wesendonk 2015] Wesendonk, F. S.; Prado, L. Atividade didática baseada em experimento: discutindo a implementação de uma proposta investigativa para o ensino de física. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 10, n. 1, p. 54 – 80, 2015.

[Varela 2013] Varela, P.; Sá, J. Ensino experimental das ciências com crianças do 1º ano de escolaridade: a dissolução de materiais sólidos em água. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 8, n.1, p. 111 – 120, 2013.

[Vinturi 2014] Vinturi, E. F.; Veccturi, R. O.; Lopes, N. P. G. Sequências didáticas para a promoção da alfabetização científica: relato de experiência com alunos do ensino médio. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 9, n. 3, p. 11 – 25, 2014.

[Vygotsky 2010] Vygotsky, L. S.; Ivan I.; Edgar, P. C. *Vygotsky, Lev Semionovich*. Recife: Editora Massangana, 2010.

[Zômpero 2013] Zômpero, A. F.; Figueiredo, A. F.; Mello, K. C. Diferenciação e reconciliação de significados produzidos por alunos dos anos iniciais em atividades investigativas: uma abordagem ausubeliana. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 8, n.2, p. 116 – 125, 2013.

[Zômpero 2011] ] Zômpero, A. F.; Laburú, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio**. Acesso em 22 Jan., 2016, <http://portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/viewArticle/309>.

# Apêndice A

## SEI

Por que quem vive no polo Sul não cai para baixo?

Investigando a Força da Gravidade

Dierimi Luiz Ferreira da Silva, Silvana Perez e Simone de Castro Fraiha

Universidade Federal do Pará (UFPA)

Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF)

Apoio:



**MNPEF**  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



Belém – PA

2018

© Dierimi Luiz, Silvana Perez e Simone de Castro Fraiha – 2018

O material apresentado neste documento pode ser reproduzido livremente desde que citada a fonte. As imagens apresentadas são de propriedade dos respectivos autores ou produção de livre acesso. Caso sinta que houve violação de seus direitos autorais, por favor contate os autores para solução imediata do problema. Este documento é veiculado gratuitamente, sem nenhum tipo de retorno comercial a nenhum dos autores, e visa apenas a divulgação do conhecimento científico.



## Apresentação

O Material aqui apresentado é o resultado de um trabalho desenvolvido ao longo de dois anos e consiste no produto elaborado para o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo UFPA. O principal instrumento educacional confeccionado é um texto de apoio a professor de Ciências que discute aspectos gerais do uso de abordagens investigativas no ensino de Ciências, bem como apresenta um conjunto de três Sequências de Ensino Investigativas em que se trabalham os conceitos básicos da mecânica celeste, e é resultado da dissertação de mestrado cujo tema é ESTUDANDO O CAMPO GRAVITACIONAL NO QUINTO ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL EM UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA.

## **O Ensino de Astronomia em uma Abordagem Investigativa**

Em uma aula de revisão para preparar os alunos do quinto ano do ensino fundamental para prestarem a prova da Olimpíada Brasileira de Astronomia, um aluno faz a seguinte pergunta: “professor, por que uma pessoa no polo sul não cai para baixo? ”. Várias respostas poderiam surgir a esta pergunta - porque não tem outro corpo puxando-o para baixo; por causa da gravidade; porque Deus quis assim etc. – e cada uma delas estaria diretamente ligada ao conhecimento do professor sobre o assunto, sobre o seu estudante e sobre os processos de ensino-aprendizagem.

A resposta a esta questão não é trivial de ser entendida por uma criança de dez anos, e exige reflexões por parte do professor que permeiam, entre outras coisas, o fato de que as explicações fornecidas pelos estudantes nessa idade para os fenômenos da natureza não são científicas, e foram construídas pelas experiências vivenciadas no seu dia a dia. Afinal, o que levou esse aluno a elaborar essa pergunta? Talvez esse aluno, em algum momento de sua vida, tenha colocado um objeto debaixo de um corpo esférico (uma bola, um limão etc.) e o objeto “caiu” para “baixo”, e dessa observação o estudante tenha feito a analogia com os moradores do polo sul terrestre.

Essa pergunta simples aponta para a necessidade de uma mudança na abordagem de conceitos complexos de astronomia na sala de aula, em particular do ensino fundamental. Normalmente, esses conceitos são apresentados mecanicamente pelo professor, sem perceber que o seu aluno não tem uma noção mínima de mecânica celeste, forças de campo, campo gravitacional etc. Por exemplo, como preparar um aluno nessa fase escolar para futuras discussões sobre temas para os quais o conceito de força de campo - altamente não intuitivo - é essencial?

Para escolher a abordagem didática mais adequada, deve-se ter em mente que o aluno já tem a capacidade de manipular construtos mentais? Se eles já desenvolveram essa capacidade, então se deve relacioná-los com sua realidade? (Moreira, 2015). Segundo Moreira (2011), um conceito só faz sentido para o aluno se for compatível com o seu nível de desenvolvimento mental. Nesse sentido, nesse trabalho é utilizada a abordagem didática do ensino por investigação (Carvalho, 2010) - que busca, entre outras coisas, respeitar o desenvolvimento cognitivo do estudante em cada uma das etapas da sua educação formal - para explorar conceitos básicos de Física necessários para o estudo de Astronomia, com estudantes do ensino fundamental.

A proposta didática surgiu da necessidade de trabalhar astronomia com estudantes do quinto ano do ensino fundamental de uma escola rural no interior do estado do Pará, ambiente onde por mais de uma ocasião a pergunta acima foi feita pelos estudantes nas aulas de ciências ao professor autor dessa dissertação. Assim, buscou-se relacionar o conceito de força com a variação de movimento de um corpo e suas formas de atuações (contato e campo), através de desenvolvimento de Sequências de Ensino Investigativo (SEIs), para depois apresentar e discutir com os estudantes a força gravitacional e seu efeito sobre corpos na proximidade da Terra.

Carvalho, em seu livro **“Ciência no Ensino Fundamental: o conhecimento Físico”** (2010), argumenta que a abordagem do ensino investigativo se distancia positivamente da abordagem metodológica passiva envolvendo o ensino de ciências, tradicionalmente adotada no sistema educacional brasileiro. Por conseguinte, adotamos o ensino investigativo para buscar alfabetizar cientificamente uma turma do quinto ano do ensino fundamental e inseri-los num ambiente onde eles possam participar de sua construção de conhecimentos relacionados à interação gravitacional, para tentar responder a problemática que motivou este trabalho.

### **Alfabetização Científica e o Ensino de Ciências.**

Alfabetizar cientificamente um aluno é ajudá-lo a fazer a passagem da linguagem coloquial, em que os significados foram adquiridos pelo seu senso comum, para uma linguagem científica, na qual cada palavra tem significados e conceitos relacionados por formulações matemáticas aceitas pela comunidade acadêmica ao longo da história (Carvalho, 2014).

Além do aspecto linguístico acima pontuado, para que a alfabetização científica ocorra de maneira plena, o ensino de Ciências deve ampliar as oportunidades de aprendizagem, envolvendo a forma de funcionamento das ciências: os procedimentos utilizados no desenvolvimento da ciência; a natureza do conhecimento científico e as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (Deboer, 2000; Krasilchik & Marandino, 2007; Sasseron & Carvalho, 2011; apud Silva, 2017).

Segundo Carvalho (2014), ensinar a fazer ciências é necessário à compreensão de aspectos sobre conhecimento e não apenas conceitos ou fórmulas; é preciso ensinar a entender como o desenvolvimento da ciência ocorre e, portanto, inserir o papel ativo dos alunos no desenvolvimento da ciência, buscando a implementação do que Sasseron (2015) chama de indicadores de alfabetização científica. Esses indicadores são classificados nas seguintes categorias:

(a) trabalhar com as informações e com os dados disponíveis, seja por meio da organização, da seriação e/ou da classificação de informações;

(b) levantar e testar hipóteses construídas;

(c) explicar os fenômenos em estudo, buscando justificativas para torná-las mais robustas e estabelecendo previsões delas advindas;

(d) usar o raciocínio lógico e o raciocínio proporcional durante a investigação e a comunicação de ideias em situações de ensino e aprendizagem.

## Ensino de Ciências e as Atividades Investigativas.

Muitos autores (Carvalho, 2009, 2014; Ferraz, 2017; Senra, 2014) defendem que aprender ciências ou de maneira mais geral, ser alfabetizado cientificamente, envolve o aprendizado da prática científica propriamente dita. Neste sentido, espera-se que os alunos façam aquilo que é próprio das ciências: investigar situações problemáticas.

Para tanto, uma possibilidade seria as abordagens didáticas criarem, no contexto escolar, um ambiente investigativo, de tal forma que os estudantes possam engajar-se nas práticas associadas ao fazer científico (Carvalho, 2009). E para que isso ocorra, o professor pode dispor das atividades investigativas que são aulas envolvendo situações problemas para serem resolvidos pelos alunos, já que “todo conhecimento é resposta a uma questão” (Bachelard apud Carvalho, 2014). Ou seja, a alfabetização científica pode decorrer de práticas em sala de aula envolvendo atividades investigativas.

As atividades investigativas têm por objetivo provocar o desequilíbrio na mente dos alunos, estimulando-os a construir hipóteses acerca da situação - problema que foi proposta, potencializando a argumentação e a busca de possíveis explicações causais para os fenômenos observados (Carvalho, 2014), ocorrendo à capacidade de reestruturar-se mentalmente buscando um novo conceito para adaptar-se à nova situação.

As atividades investigativas são acompanhadas de situações problematizadoras, questionadoras e de diálogos, envolvendo a resolução de problemas e levando à introdução de conceitos. Porém, toda essa investigação deve ser fundamentada e fazer sentido para os alunos, de modo que os discentes saibam o porquê de estarem investigando o fenômeno que a eles foi apresentado (Carvalho, 2014).

É necessário ressaltar que “o professor é a figura-chave no desenvolvimento de [...] atividades (investigativas)” (Assi, 2017), pois a ele cabe a responsabilidade que vai muito além do ato de ministrara aula, passando nessa abordagem a ser um mediador e facilitador da aprendizagem, propiciando aos alunos a possibilidade de autonomia no sentido de conhecer as ideias principais envolvidas no estudo; planejar, prever, executar e rever procedimentos; dinamizar seu raciocínio; e se capacitar como sujeitos da ação e como consequência de sua própria aprendizagem. Em resumo, é necessário que o professor medie um processo no qual o aluno aprenda a aprender (Silva e Serra, 2013).

Outro fator relevante é a autonomia dos alunos na sala de aula, no ensino com utilização de atividades investigativas, que pode muitas vezes ser confundida com o

pensamento de deixar os alunos comandarem a aula. Segundo Carvalho (2009) “um professor que permite que os alunos façam o que quiserem está muito longe de ser alguém com quem eles colaborarão”. A definição de professor – mediador também está no fato de que os alunos não estão totalmente livres no seu processo de ensino – aprendizagem e que devem obedecer às regras discutidas e explicadas no meio docente. Se o docente levar o aluno a entender que há uma lógica para a existência das regras, eles irão entendê-las e respeitá-las.

#### Sequências de Ensino Investigativo (SEI).

Este texto apresenta três Sequências de Ensino Investigativas baseadas nas literaturas de Carvalho (2009; 2014), sendo um conjunto organizado e coerente de atividades investigativas, integradas para introduzir os conceitos básicos da mecânica Celeste (Força, Gravidade e Sistema Solar) para turmas de quinto ano do Ensino Fundamental, sendo que a diretriz principal de cada uma das atividades é o questionamento e o grau de liberdade intelectual dado ao aluno.

As SEIs têm como base três ideias centrais segundo Carvalho (2014), envolvendo os alunos na aplicação em sala de aula:

A participação direta do aluno no processo de ensino – aprendizagem. A construção do conhecimento científico requer a participação dos estudantes na (re)construção dos conhecimentos que habitualmente se transmite já elaborados;

A valorização da construção do social. As SEIs devem ser planejadas e realizadas buscando enfatizar as atividades em grupo para a discussão de questões específicas;

A argumentação. As sequencias devem buscar validar ou não as explicações dos alunos, para que alcancem a passagem da linguagem coloquial, transmitida em sua vida social, para a linguagem científica, a qual tem significado preciso no mundo acadêmico e, em muitos casos, conceitos formulados matematicamente.

Ocorrerá ao término de cada SEI um instrumento educacional que servirá para avaliar de aprendizagem dos alunos. Espera-se que o docente deixe de se preocupar com quem merece ou não uma avaliação quantitativa, e avance no processo de construção do conhecimento (Alonso apud Carvalho, 2009). Ou seja, ao término de cada SEI será solicitado aos alunos que façam um desenho e/ou escrevam sobre o que aprenderam na aula. Desse

modo, ocorrerá a interação entre o ensino de da mecânica celeste e o de língua portuguesa. A SEI deve obedecer aos pressupostos teóricos da alfabetização científica, em sua elaboração, cada Sei deve ser construída em cima de um tópico específico do conhecimento e deve obrigatoriamente promover a participação direta do aluno no seu ensino.

As principais partes de uma SEI são:

**OBJETIVO:** relata a intenção com a qual determinado conteúdo é apresentado.

**SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES:** Mostra as atividades, ordenadamente, e como elas serão trabalhadas ao longo das aulas. Deve necessariamente conter a apresentação do problema, a manipulação dos materiais por parte dos alunos para resolução do problema, a sistematização dos dados observados e a análise dos resultados.

**AValiação:** descreve como será verificado o quanto o conteúdo foi assimilado por parte dos alunos.

**REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA:** listagem de todo material bibliográfico utilizado para elaboração das aulas e organização dos conteúdos apresentados.

## FORÇA E CAMPO

**Objetivo:** Proporcionar utilizando a metodologia de ensino por investigação de Carvalho, et al (2009) as definições dos conceitos básicos da mecânica: Força (o princípio do movimento) e o modo como atua nos corpos (força de contato e força de campo) para anos menores do ensino fundamental.

As etapas da sequência devem levar os alunos a construir suas hipóteses e testá-las procurando resolver o problema aberto, uma situação ampla que vai ser apresentada à classe, em que em que vão ser discutidas as condições de contorno até as possíveis soluções para a situação apresentada (Carvalho, et al 2009). Dessa forma espera-se que os estudantes construam pré-conceitos a respeito dos assuntos abordados.

Sequência didática:

Sondagem:

Esta atividade deverá ser iniciada com um teste de sondagem prévia para detectar os conhecimentos preexistentes no tema de força. O teste deve conter as seguintes perguntas: Escreva o que você sabe sobre o conceito de força? Como uma cadeira na sala pode se movimentar? Outro objetivo do teste é conhecer o grau de nivelamento da turma, pois nas dinâmicas em equipes realizadas na SEI é necessário que os seus componentes tenham uma heterogeneidade em relação aos conhecimentos de dinâmica, para que possa haver trocas de ideias e confrontos nas interpretações dos discentes, assim ocorrendo uma aprendizagem por interação (Kuhn apud Carvalho, 2009). Segue em anexo o teste de sondagem.

Sequência de ensino:

Após tais discussões, o professor deverá realizar a dinâmica do deslocamento da caixa de fósforos de Sousa e Cavalcante (2016). O objetivo de tal dinâmica é fazer os alunos perceber que o movimento de um corpo só ocorre se houver interação com outro corpo e que essa interação ocorre através de uma força tanto de contato ou de campo. Nessa dinâmica o professor buscará seguir a proposta metodológica apresentada por Carvalho (2009), que acontecerá da seguinte forma:

1- A turma será dividida em grupos de quatro ou cinco alunos, que deverão se reunir em torno de algumas mesas, sobre as quais será colocado um pedaço de cartolina com dois pontos marcados com distâncias de 30 cm um do outro e uma caixa de fósforos.



2- Depois que o professor perceber que já ocorreu a interação dos alunos com os materiais, ele deve pedir para os alunos colocarem a caixa em um dos pontos marcados na cartolina e seguida deve propor o seguinte problema: “Como a caixa pode sair do primeiro ponto e ir para o segundo ponto sem que vocês a retirem da cartolina e sem a cartolina se retirada da mesa? ”. Espera que os alunos consiga resolver rápido esse primeiro problema, já que eles podem empurrar a caixa com o dedo.

3- Após o professor verificar que todas as equipes tenham resolvido o problema do deslocamento da caixa entre os dois pontos, será distribuído para cada equipe dois ímãs e esperando um pequeno intervalo de tempo para que os alunos obtenham um “entrosamento” com os objetos, iniciará uma nova situação problemática para as equipes: “Como a caixa pode sair do primeiro ponto para e ir para o segundo ponto usando apenas os ímãs? ”

4-Depois de repassar a proposta é importante verificar se os discentes estão tendo oportunidades de manusear os materiais, participando das discussões sobre o tema dado e se o problema está sendo compreendido. Podem-se fazer as seguintes perguntas ao passar pelas equipes: “Vocês entenderam o que é para fazer? ” e/ou “Contem para mim o problema que vocês têm para resolver”. Espera-se que os discentes coloquem um ímã dentro da caixa e com o outro ímã, dependendo do lado que será aproximado da caixa, ela poderá se repelida (o que de fato o que queremos) assim se movimentando.

#### Sistematização do conhecimento

Quando os alunos já tiverem resolvido o problema, o professor pedirá para que a turma se reúna em um único semicírculo. O professor deverá apresentar as questões abertas para a turma: “Conte como vocês resolveram o primeiro problema”? Por que deu certo? E no segundo momento com os ímãs, conte como vocês solucionarão o problema? Qual foi a dificuldade de se resolver o segundo problema? Nos dois casos o que fez a caixa se movimentar? A caixa conseguiria se sozinha? Por que quando vocês aproximavam o ímã da caixa ela se movia? Então um corpo pode fazer outro corpo se movimentar sem que aja contato entre ambos como foi evidenciado no primeiro caso?

Após os relatos dos experimentos é importante o docente tentar fazer o aluno relacionar o que foi evidenciado nos experimentos com o seu cotidiano: “poderiam citar um exemplo no cotidiano de um corpo que só se movimenta se alguma coisa estiver ‘empurrando’ com contato direto? Um exemplo de um corpo fazendo outro se movimentar em te contato direto”?

#### Avaliação

Ocorrerá uma avaliação de instrumento de aprendizagem, deixando de se preocupar com quem merece ou não uma avaliação quantitativa, assim avançando no processo de construção do conhecimento (Alonso apud Carvalho, 2009). Ou seja, ao término da dinâmica será solicitado aos alunos que façam um desenho e também escrevam sobre o que aprenderam nas aulas. Desse modo, ocorrerá a interação entre o ensino de Astronomia e o de Língua Portuguesa.

## GRAVIDADE

**Objetivo:** fazer com que os alunos percebam que a Terra é redonda e que qualquer corpo, tanto estando em contato como estando em certa altura, na sua superfície será atraído por uma força de campo para seu centro e que em uma certa distância essa força passa a não mais atuar nesse corpo. Assim proporcionar as definições dos conceitos básicos de gravidade, numa perspectiva espacial, para as series iniciais do ensino fundamental, utilizando Sequência de Ensino por Investigação (SEI).

As etapas da sequência devem levar os alunos a construir suas hipóteses e testá-las procurando resolver as questões abertas propostas, que para Carvalho (2014): “São questões problematizadas que apresentam situações que permitam a participação do aluno e leva-lo a pensar e desenvolver não só sua capacidade de reflexão, organização do pensamento, mas também o uso da linguagem científica de forma adequada”.

Dessa forma espera-se que os estudantes modulem ou adquiram pré-conceitos a respeito do assunto abordado, que servirão como pilar para a discussão de gravitação em aulas futuras nos anos finais do ensino fundamental e o início a familiarização com a linguagem científica. Assim abordaremos etapas de ensino fundamentadas teoricamente, voltadas para a aprendizagem ativa que podem estimular a pesquisa aplicada em ensino de Física.

Sequência didática:

Sondagem:

Esta atividade deverá ser iniciada com um teste de sondagem contendo questões cujo objetivo principal é analisar os conceitos preexistentes no tema de gravidade, verificando como os alunos já construíram as principais características ou propriedades do conceito.

O teste será iniciado com a apresentação do vídeo da web: You Tube “A dura vida na Estação Espacial Internacional? ”, após o vídeo o professor fornecerá um lápis e papel em branco e solicitará para que os discentes, além de descrever como acham ser o planeta Terra, elabore um desenho do mesmo. A partir do desenho solicitamos outras questões abertas a serem apresentadas cujas respostas deveram ser incluídas no próprio desenho: - “Onde nós estamos neste desenho”? – “E os astronautas do vídeo”? – “Se o astronauta estiver fora da estação espacial e soltar uma pedra de suas mãos, o que aconteceria com ela”?

Sequência de ensino:

O professor deverá realizar a dinâmica da bola de isopor oca (com ímãs em seu interior) penduradas em um fio.

Na dinâmica o professor pode ainda tocar no tema de orientação geográfica invertendo o globo.

Na apresentação das questões abertas, O professor deva ter uma postura de questionar o aluno, para que o raciocínio se conduza à resposta correta, introduzindo a linguagem científica sobre o tema, para que o aluno venha refletir no que estão falando e para que chegue uma resposta embasada na teoria usada (Carvalho, 2014).

As questões abertas serão apresentadas da seguinte forma:

1- O professor amarrará um fio no meio da sala de aula e pendurará nele uma bola de isopor pintada de forma semelhante ao globo terrestre com a área da superfície interna recoberta de ímãs.

2- A seguir, ele pedirá aos alunos que sentem ao redor da bola de isopor em forma de semicírculo. E deverá estimular a discussão, com outras problemáticas abertas: “Onde é o em cima e o embaixo do planeta Terra”? Continuando a discussão o professor pedirá a um aluno que coloque um objeto (de ferro ou outro ímã) onde ele acha que fica a parte de baixo da Terra. Após o feito o discente fará a seguinte pergunta “Por que um homem no continente Antártica não cai para ‘baixo’”? Logo em seguida do término da discussão é introduzida a pergunta para a turma “Onde vocês estariam no globo?” E peça que outro aluno coloque outro objeto nessa região escolhida pela classe.

3- Para finalizar a dinâmica com a bola de isopor, o professor solicitará a outro aluno que aproxime um objeto de forma lenta no globo e relate o acontecimento a turma sobre o que percebeu entre o objeto e o globo a curta distância e se esse efeito ocorreria da mesma forma a longa distância. O professor fará a seguinte pergunta para a sala “O efeito da atração só ocorre a curtas distâncias entre o objeto e a bola de isopor? Esse fenômeno seria semelhante ao que ocorre entre a Terra e qualquer objeto próximo de sua superfície”?

Sistematização do conhecimento

Após a dinâmica acima o professor finalizará a SEI com o vídeo “O show da Luna: Pra baixo ou pra cima?” Sendo a utilização desse recurso multimídia para “nortear” os novos conhecimentos prévios para a construção do conhecimento científico da gravidade.

Avaliação

Ocorrerá uma avaliação de instrumento de aprendizagem, deixando de se preocupar com quem merece ou não uma avaliação quantitativa, assim avançando no processo de construção do conhecimento (Alonso apud Carvalho, 2009). Ou seja, ao término da dinâmica será solicitado aos alunos que façam um desenho e também escrevam sobre o que aprenderam nas aulas. Desse modo, ocorrerá a interação entre o ensino de Astronomia e o de Língua Portuguesa.

## SISTEMA SOLAR E AGRICULTURA

**Objetivo:** Proporcionar utilizando a metodologia de ensino por investigação de Carvalho, et al (2009) bem como recursos multimídia, a aprendizagem dos conceitos básicos relacionados com o Sistema Solar e sua relação com a agricultura para estudantes do ensino fundamental menor.

Na situação inicial, será abordado o método científico, por meio da discussão das etapas e raciocínios imprescindíveis em uma experimentação científica, que devem levar os alunos a construírem as suas hipóteses através de problemas abertos, em uma situação ampla que vai ser apresentada à classe, na qual vão ser discutidas as condições de contorno até as possíveis soluções para a situação apresentada (Carvalho et al, 2014).

Na progressão da SEI, considerando que os alunos não podem manipular manualmente os astros do sistema solar (se for aplicada em um laboratório de informática), será utilizado o software livre Celestia para potencializar o desenvolvimento de seus conhecimentos sobre o assunto. Assim, serão abordadas etapas de ensino fundamentadas teoricamente, voltadas para a aprendizagem não mecânica.

Se a escola dispor de um laboratório de informática essa SEI poderá ser ministradas nesse espaço, colocando os alunos nos computadores (se o número de aluno for maior que o número de computadores, o professor poderá dividir a sala em grupos). O professor narrará os comandos das etapas e deverá ir em cada micro verificar se os alunos estão conseguindo fazer o que está pedindo.

Caso não haja computadores para os alunos, o professor poderá aplicá-la apenas manipulando o programa com a utilização do Datashow para a turma.

Sequência didática:

Sondagem:

Esta atividade é iniciada com perguntas de sondagem para detectar os conhecimentos preexistentes sobre os temas de o sistema solar. O teste deve conter as seguintes perguntas subjetivas, como por exemplo, “o que você sabe sobre o Sistema Solar”, “quantos planetas existem no Sistema Solar? ” E uma tarefa individual como “faça um desenho que melhor represente a configuração do sistema solar”.

Sequência de ensino:

Para a SEI utilizamos o software livre Celestia para mostrar os astros do sistema solar e seus movimentos em torno do Sol. Segundo Filho et al (2016), na utilização de

softwares livres, o professor deve fundamentar alguns conceitos de Astronomia e isso é de grande valia no processo ensino-aprendizagem, especialmente porque proporciona um estímulo aos educandos e educadores.

1- após abrir o programa, os alunos já irão ver o planeta Terra e o professor deve apertar a tecla P para nomear os planetas e “END” para que possa afastar a “câmera” para centralizar a Terra na tela. Ele também pode apertar a tecla I para tirar as nuvens do planeta e, com a tecla "SHIFT" do teclado pressionada, usar as setas para fazer giros sobre o planeta, dando voltas completas, indo até seus polos norte e sul. Para mostrar a Terra em seu movimento de rotação, o professor deve pressionar a tecla L várias vezes, e quando quiser parar a rotação, deve a tecla K. Depois da demonstração, perguntas do tipo “por que a Terra não caiu sobre o Sol, ou sobre os outros planetas?” Devem feitas pelo professor para mediar a discussão dos conceitos relevantes.

2- Indo para a Lua, apertando “ENT” escreva a palavra lua e aperte novamente “ENT” e em seguida aperte a tecla G. o professor poderá usar as setas mantendo a tecla "SHIFT" pressionada para ver a Lua de vários ângulos, como feito com Terra e pressionamos a tecla O e ajuste de câmera para mostrar sua órbita em torno da Terra. Depois da demonstração perguntamos, “com base nas aulas passadas vocês poderiam explicar o que mantém a lua em órbita da Terra?”

3- Indo ao Sol, aperte o número 0 e a tecla G. Chegando ao Sol o professor deverá aproximar a câmera com a tecla HOME da superfície da estrela e inferir que ela emite luz e pergunta para os discentes se é essa luz que ilumina os planetas.

4- Mostrando as órbitas dos planetas (caminhos que os planetas seguem em torno do Sol), o professor deverá se afastar do Sol com a tecla END, até aparecer o nome do planeta Saturno, e apertará a tecla O e aparecerá as órbitas dos planetas. Usará as setas com SHIFT do teclado pressionado para se sobrepôr em cima do sistema Solar e continuará apertando o END para aparecer a órbita de Saturno caso ainda não esteja na tela. Depois da demonstração perguntamos, “com base nas aulas passadas, vocês poderiam explicar se o fenômeno que mantém os planetas em órbitas em torno do Sol é o mesmo que mantém a Lua em órbita da Terra?”.

5- Mostrando os movimentos dos planetas, na continuação da etapa anterior o docente pressionará a tecla L sete vezes para os planetas se movimentarem e as teclas HOME aproximará a câmera mostrará os movimentos dos planetas mais próximos do Sol e END para os planetas mais distantes do Sol. O professor também poderá questionar a rapidez dos

planetas, quando a câmera se aproxima do Sol mostra os primeiros planetas circulando suas órbitas com rapidez maior em comparação aos planetas mais distantes do Sol. Assim perguntando o que acontece com a velocidade dos planetas em relação a distância do Sol?

6- O professor deverá ativar a demonstração do Celestia apertando a tecla D e durante a demonstração é necessário que o professor narre as legendas que irão aparecer para os alunos.

7- Tema livre, o professor perguntará para a turma quais os astros do sistema solar que eles querem ver. Os planetas são escolhidos de acordo com os números: 1 para Mercúrio, 2 para Vênus, 3 para Terra, 4 para Marte, 5 para Júpiter, 6 para Saturno, 7 para Urano e 8 para Netuno, após selecionar o número do planeta deve apertar a tecla G para ir ao planeta selecionado. Plutão não está numerado, pois não é considerado mais um planeta do sistema Solar e para ir até ele deve apertar ENT escrever a palavra plutão e novamente apertar

8- ENT e em seguida apertar a tecla G, o mesmo se faz para visualizar as luas dos outros planetas. O professor poderá pressionar as teclas HOME para se aproximar, END para se afastar e "SHIFT" do teclado pressionado e juntamente as setas para poder dar voltas completas nos planetas.

#### Sistematização do conhecimento

Quando os alunos já tiverem resolvido o problema, o professor pedirá para que a turma se reúna em um único semicírculo. O professor deverá apresentar as questões abertas para a turma: o que faz a Terra ficar girando em torno do Sol? O giro que a Terra dá em torno de si mesma (rotação) nos dá o dia e a noite, o giro da Terra em torno do Sol traz quais efeitos para nossa vida? As estações do ano têm alguma influência na agricultura? Cada fruta tem sua época de colheita? Vocês podem citar exemplos? Os astros também influenciam a agricultura?

O professor pode solicitar aos alunos uma pesquisa sobre o tema **Agricultura Biodinâmica**.

#### Avaliação

Ocorrerá uma avaliação de instrumento de aprendizagem, deixando de se preocupar com quem merece ou não uma avaliação quantitativa, assim avançando no processo de construção do conhecimento (Alonso apud Carvalho, 2009). Ou seja, ao término da dinâmica será solicitado aos alunos que façam um desenho e também escrevam sobre o que



aprenderam nas aulas. Desse modo, ocorrerá a interação entre o ensino de Astronomia e o de Língua Portuguesa.

#### Descrição do simulador

Celestia - visualização 3D em tempo real do espaço. Um simulador de espaço livre que permite explorar nosso universo em três dimensões. Ele pode ser executado no Windows, Linux e Mac OS X. Estalador disponível para download na página <https://celestia.space/> junto com o seu tutorial. Não havendo a necessidade de internet para Simular o programa (Celestia, 2018).

O Celestia serve como um planetário - para um observador de qualquer objeto celestial. Você pode facilmente navegar para qualquer mundo e pousar em sua superfície. Quando usado como um planetário, software mostra posições precisas de objetos do sistema solar no céu. Você pode ativar e desativar os rótulos e outros recursos de suporte com teclas de atalho ou aproximar ou afastar um objeto de interesse, por exemplo, o sistema de luas de Júpiter. As texturas virtuais podem ser usadas para exibir texturas de alta resolução ou recursos de close-up em superfícies planetárias (Celestia, 2018).

Celestia suporta diferentes tipos de dados de trajetória. As órbitas amostradas, por exemplo, podem ser usadas para caminhos de espaçonaves, ou você pode usar os kernels SPICE da NASA para vários objetos do sistema solar (Celestia, 2018).



Figura 1 – Imagem do planeta Terra retirada do Software Celestia.

Fonte: <https://celestia.space/gallery.html>, 2018

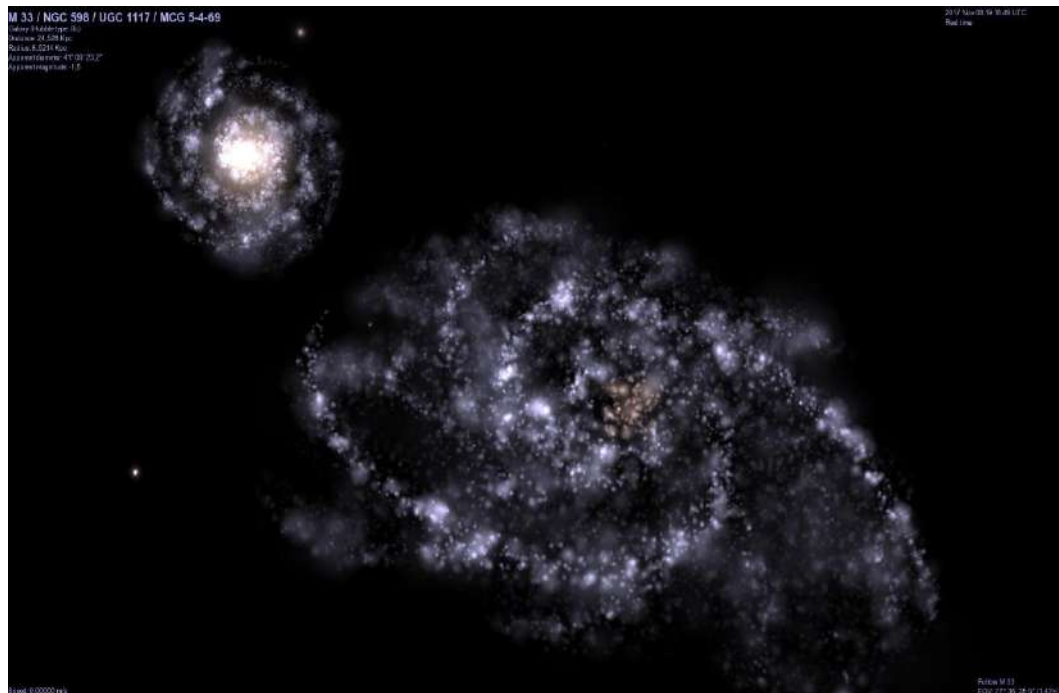


Figura 2 – Imagem da Via-Láctea (direita) e sua Irma M 33 (esquerda) retirada do Software Celestia.

Fonte: <https://celestia.space/gallery.html>, 2018

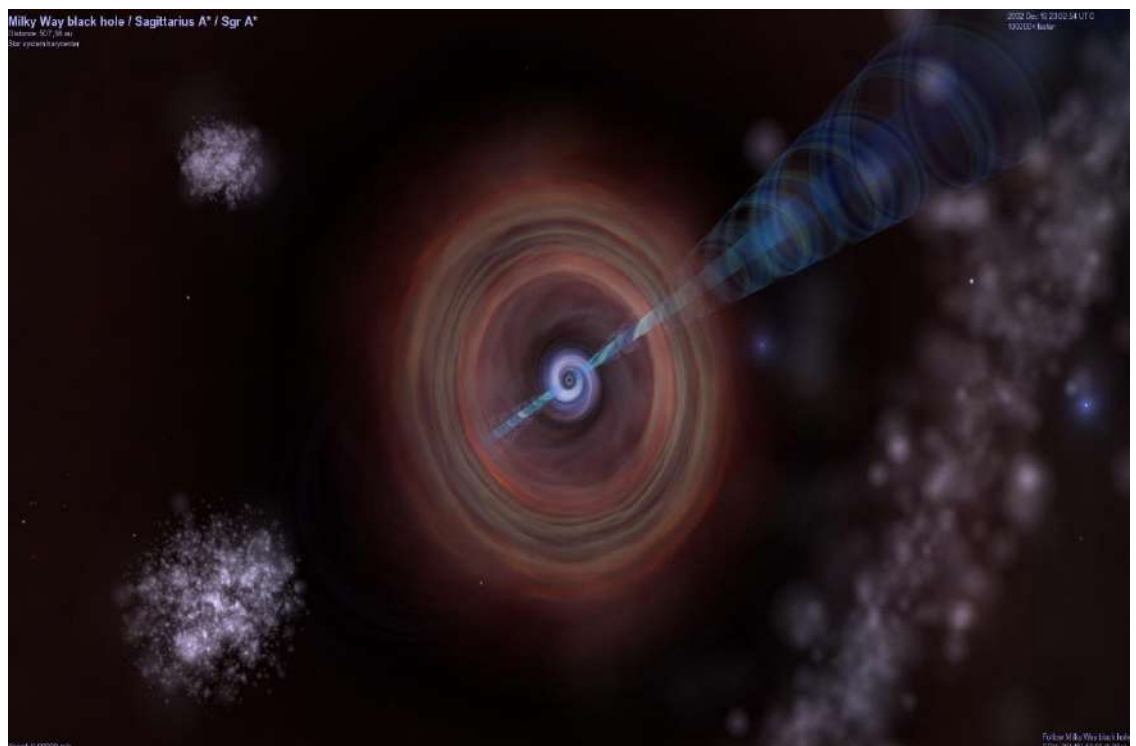


Figura 3 – Imagem do buraco negro Miky May retirada do Software Celestia.

Fonte: <https://celestia.space/gallery.html>, 2018



Figura 4 – Imagem da sonda espacial Cassini retirada do Software Celestia.

Fonte: <https://celestia.space/gallery.html>, 2018

Sinopse: O Show da Luna - Pra baixo ou pra cima?

Luna, Júpiter e Igor tomam sorvete juntos na padaria enquanto Igor exhibe seu álbum de figurinhas repleto de astronautas flutuando. De repente, Júpiter derruba sua bola de sorvete no chão, o que imediatamente gera uma dúvida em Luna: Por que as coisas caem? E sempre para baixo? Já em casa, Luna se lembra da figurinha dos astronautas flutuando e experimenta e depois para um Faz de Conta. Nessa aventura Luna, Júpiter e Cláudio irão conhecer a ação da gravidade na Terra, na Lua e em seu cotidiano (Tvbrasil, 2018).



Figura 5 – Luna, Júpiter e Igor.

Fonte: <http://tvbrasil.etc.com.br/oshowdaluna/episodio/prabaixooupracima>, 2018.

## REFERENCIAIS

- [Carvalho 2014] Carvalho, A. M. P. Calor e temperatura: um ensino por investigação. São Paulo: Livraria da Física, 2014.
- [Carvalho 2009] Carvalho, A. M. P. et al. Ciências no ensino fundamental: o conhecimento Físico. São Paulo: Secione, 2009.
- [Ferraz 2017] Ferraz, A. T. e Sasseron, L.H. Propósitos epistêmicos para a argumentação em aulas investigativas. *Investigação em Ensino de Ciências*, v. 22, n. 1, p. 42-60, 2017.
- [Filho 2016] Filho, et al, M. A. Desenvolvimento de uma metodologia de ensino de astronomia com o uso de software livre. Trabalho apresentado em congresso Acesso em: 23/06/2016.
- [Sasseron 2015] Sasseron, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relação entre ciências da natureza e escola. *Revista Ensaio*, v. 17, n. especial, p. 49 – 67, 2015.
- [Senra 2014] Senra, C. P. e Braga, M. Pensando a natureza da ciência a partir de atividades experimentais investigativas numa escola de formação profissional. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 31, n. 1, p. 7-29, 2014.
- [Silva 2017] Silva, M. B. e Trivelato, S. L. F. A mobilização do conhecimento teórico e empírico na produção de explicações e argumentação numa atividade investigativa de biologia. *Investigação em Ensino de Ciências*, v. 22, n. 2, p. 139-153, 2017.
- [Silva e Serra, 2013] Silva, S. M. e Serra, 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.
- [Sousa e Cavalcante, 2016] Sousa, M. L. K. A. e Cavalcante, M. A. Magmatismo para Crianças. *Física na Escola*, v. 1, n. 1, 2000. Acessado em 28/09/2016. Disponível em:
- [Celestia 2018] Celestia: Simulação de espaço. Disponível em <<https://celestia.space/>>. Acesso em Setembro de 2018.
- [Tvbrasil 2018] tvbrasil.ebc: Show da Luna. Disponível em <[tvbrasil.ebc.com.br/oshowdaluna/episodio/pra-baixo-ou-para-cima](http://tvbrasil.ebc.com.br/oshowdaluna/episodio/pra-baixo-ou-para-cima)>. Acesso em Setembro de 2018.

## Apêndice B

### Laboratório Aberto

O Laboratório Aberto se baseia por intermédio de investigações experimentais com o objetivo de levar os alunos a resolverem problemas por meio de levantamento de hipóteses. Esses experimentos são caracterizados por Carvalho (2014) como trabalhos que não podem ter uma resposta já conhecida, provocando nos alunos a utilização da linguagem da ciência durante as experimentações, assim estabelecendo relações entre variáveis na procura de uma solução. Assim, não fazer com que os discentes somente manipulem os objetos e/ou artefatos concretos, e sim envolvê-los no comprometimento da busca de respostas bem articuladas para os problemas colocados.

Definimos o Laboratório Aberto de acordo com os níveis de investigação em relação ao problema apresentado pelo problema a ser resolvido, juntamente com fatores que envolve o processo da investigação, tais como: Procedimento envolvente no processo de investigação e às conclusões tiradas a parti das coletas dos dados dela obtidos. Borges (2002) propõe a seguinte quadro.

Nível de Investigação	Enunciado do problema	Procedimentos	Conclusões
0	Dado	Dado	Dado
1	Dado	Dado	Em aberto
2	Dado	Em aberto	Em aberto
3	Em aberto	Em aberto	Em aberto

Quadro 1: Níveis de investigação no laboratório de Ciências

Fonte: Borges, 2002.

No nível zero o docente ou o aluno tem o roteiro do experimento para seguir com todos os passos: o enunciado do problema, descreve doto passo a passo do procedimento e dá a conclusão já esperada, chamamos assim de laboratório Fechado. O laboratório Aberto já citado no corpo dessa dissertação está classificado no Níveis de Investigação 2, pois o professor propõe o problema para a turma e os mesmos tem uma “liberdade” nos procedimentos e de expor suas conclusões.

Carvalho (2014, p.73) destaca seis momentos de um Laboratório Aberto:

a) Proposta do Problema:

O problema deve ser proposto na forma de uma pergunta que vai propiciar a curiosidade científica dos estudantes. A solução desse Problema será o objetivo essencial do laboratório.

b) Levantamento de Hipóteses:

Os discentes devem levantar hipóteses sobre a solução da problemática por intermédio das orientações do professor.

c) Elaboração do Plano de Trabalho:

Ocorrendo o levantamento das Hipóteses, deve-se discutir como será iniciado a realização do experimento ou os procedimentos de tentativas e erros até chegar nas soluções do problema.

d) Montagem do Arranjo Experimental e Coleta de Dados:

Esse momento é a mais prática do Laboratório Aberto, onde vai ocorrer a manipulações dos discentes com os materiais para obter as coletas de dados.

e) Análise dos Dados:

A análise dos dados é fundamental para fornecer informações sobre a questão-problema.

f) Conclusão

Momento onde ser formalizar uma resposta ao problema inicial, é o momento onde a argumentação vai validar (ou não) das hipóteses iniciais e as consequências delas derivadas.