

**O estudo do campo gravitacional no Ensino Fundamental Anos Iniciais: uma proposta
didática com abordagem investigativa**

**The study of the gravitational field in the Primary School: a teaching-learning sequence
with investigative approach**

**El estudio del campo gravitacional en la Educación Primaria: una secuencia didáctica
con enfoque indagativo**

Recebido: 06/10/2020 | Revisado: 08/10/2020 | Aceito: 12/10/2020 | Publicado: 14/10/2020

Dierimi Luiz Ferreira da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3089-6034>

Universidade Federal do Pará, Brasil

E-mail: Dierimi@gmail.com

Silvana Perez

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5138-9667>

Universidade Federal do Pará, Brasil

E-mail: silperez@ufpa.br

Simone da Graça de Castro Fraiha

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9696-9160>

Universidade Federal do Pará, Brasil

E-mail: fraiha@ufpa.br

Resumo

O trabalho tem como objetivo apresentar um estudo qualitativo dos resultados da aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI), intitulada “Por que quem vive no polo Sul não cai ‘para baixo’? Investigando a Força da Gravidade”, em turma de ensino fundamental, em particular buscando indícios do desenvolvimento do processo argumentativo e investigativo na alfabetização científica dos estudantes. Exibimos um relato de experiência analisando os dados coletados por meio de ação pedagógica com alunos de uma turma de quinto ano do ensino fundamental, na comunidade rural de São Domingos do Capim, município do estado do Pará, com o uso de análise de filmagem, áudio, observação e relatos escritos, seguindo a forma em que foram apresentados e registrados. Por meio da análise dos dados coletados, foi evidenciada a (re)construção de conceitos envolvendo a palavra FORÇA nos discentes ao explorar ao longo da proposta didática a questão do título da SEI. Foi possível observar, além de indícios de alfabetização científica nos alunos, a evolução do conceito de força,

inicialmente associada ao contacto entre corpos, passando para o entendimento do conceito de interação a distância. Também foram analisadas as noções epistemológicas do Planeta Terra no Cosmo dos estudantes durante e após a aplicação da proposta didática.

Palavras-chave: Ensino por investigação; Ensino fundamental menor; Campo gravitacional; Astronomia.

Abstract

The work aims to present a qualitative survey of the results of the application of the Inquiry Based Teaching-learning Sequence (SEI), named “Why does anyone who lives in the South Pole not fall down? Investigating the Force of Gravit”, in an elementary school class, together with an analysis of the development of the argumentative and investigative process in scientific literacy. We show an experience report together with a qualitative research, as we boast data collected through pedagogical action with students from a fifth grade class in elementary school, in the rural community of São Domingos do Capim, municipality of the state of Pará (Brazil) through analysis filming, audio, observation and written reports, following the form in which they were presented and recorded. From the observed responses, it was evidenced the (re) construction of concepts involving the word FORCE in the students when answering the question of the SEI title. As a result, they understood that any body, being in any part of the terrestrial globe at a Givenchy distance on its surface, is pulled towards the center of the planet and this phenomenon extends to any star in the cosmos.

Keywords: Teaching of astronomy; Science in elementary education; Scientific literary.

Resumen

El trabajo tiene como objetivo presentar una investigación cualitativo de los resultados de la aplicación de una Secuencia de Enseñanza Indagativa: “¿Por qué no se cae quien vive en el Polo Sur? Investigando la Fuerza de la Gravedad”, en una clase de la escuela primaria, junto con un análisis del desarrollo del proceso argumentativo e investigativo en la alfabetización científica. Mostramos un informe de experiencia, junto con una investigación cualitativa, ya que mostramos datos recopilados a través de la acción pedagógica con estudiantes de una clase de quinto grado de la escuela primaria, en la comunidad rural de São Domingos do Capim, municipio del estado de Pará (Brasil), a través del análisis. filmación, audio, observación e informes escritos, siguiendo la forma en que fueron presentados y grabados. A partir de las respuestas observadas, se evidenció la (re) construcción de conceptos que involucran la palabra FUERZA en los estudiantes al contestar la pregunta del título SEI.

Como resultado, ou indícios de que ellos asimilaram que cualquier cuerpo, al estar en cualquier parte del globo terrestre a una cierta altura en su superficie, es atraído hacia el centro del planeta y este fenómeno se extiende a cualquier estrella del cosmos.

Palabras clave: Enseñanza de la astronomía; Ciencias en educación primaria; Literario científico.

1. Introdução

A história da humanidade mostra que a curiosidade de poder conhecer e compreender os fenômenos celestes influenciou o modo de viver das pessoas, desde o desenvolvimento da agricultura, nos primórdios da civilização humana, até os dias atuais, nos avanços tecnológicos. Assim, a inserção da astronomia no ambiente escolar pode ser uma poderosa ferramenta ao possibilitar aos alunos uma aproximação com o empreendimento científico, além de instigar os seus imaginários, principalmente nos primeiros anos da educação escolar formal (Silva, 2018). Acaba, desta forma, sendo um recurso em potencial no desenvolvimento do letramento científico, relacionado não só com a “capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências” (Nardi & Carvalho, 1996).

Conforme afirmam Filho, et al., (2005), na atualidade o estudo da astronomia nas escolas de ensino fundamental e médio brasileiras tem sido objeto de diversas pesquisas na área de Educação em Ciências. Tais estudos pontuam problemas, como o desconhecimento das diretrizes oficiais educacionais sobre o tema de astronomia e o despreparo dos professores para o seu ensino. Neste trabalho, buscou-se formas de amenizar tal realidade ao planejar, desenvolver e analisar uma proposta didática para os anos iniciais do ensino fundamental, abordando conceitos chave para o entendimento de astronomia em séries posteriores, bem como potencializando o desenvolvimento de procedimentos da ciência em sintonia com a argumentação científica. Assim, partiu-se da premissa que o ensino de astronomia envolve o entendimento de conceitos abstratos, como o de campo gravitacional, que influenciam diretamente a capacidade do estudante de compreender conceitos mais complexos gradativamente. Foi, portanto, abordado o conceito de campo de força em geral, e especificamente o campo gravitacional da Terra e dos vários planetas constituintes do sistema solar.

O manuscrito apresenta uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) (Carvalho, 2014), que trabalha o conceito de campo gravitacional e sua relação com a astronomia, com

estudantes de quinto ano de ensino fundamental de uma escola rural do interior do estado do Pará - Brasil. É apresentada a proposta didática desenvolvida, sua aplicação e uma análise qualitativa dos resultados, focada na evolução dos processos argumentativo e investigativo, relacionados com o letramento científico que eles proporcionam (Carvalho, 2014), e na evolução das noções epistemológicas do planeta Terra no Cosmo (Nardi & Carvalho, 1996). O trabalho desenvolvido foi tema da dissertação de mestrado de um dos autores desse manuscrito, e culminou com um produto educacional na forma de um tutorial digitalizado, que o professor da educação básica pode utilizar para ensinar conceitos de astronomia no ensino fundamental (Silva, 2018).

2. Fundamentação Teórica

Nesta seção são abordados aspectos das teorias que serviram como base do trabalho, focando nas noções epistemológicas do Planeta Terra no Cosmo (Nardi & Carvalho 1996), no desenvolvimento do letramento científico e na sua relação com o uso correto da linguagem científica e os principais aspectos do processo de argumentação, segundo o modelo de Toulmin (Sasseron & Carvalho, 2014).

2.1 Noções Epistemológicas do Planeta Terra no Cosmo

Para detalhar como as crianças representam o Planeta Terra e como o relacionam com o Cosmo, utilizamos a classificação das noções epistemológicas apresentada por Nardi & Carvalho (1996), que propõem a divisão em quatro noções, iniciando com a menos elaborada (noção 1) para a mais elaborada cientificamente (noção 4):

Noção 1 - os alunos não reconhecem o planeta como um globo esférico e nem o situam no espaço cósmico, representando-o como um plano, com todos os astros paralelos a este plano.

Noção 2 - os discentes consideram 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 debaixo da Terra.

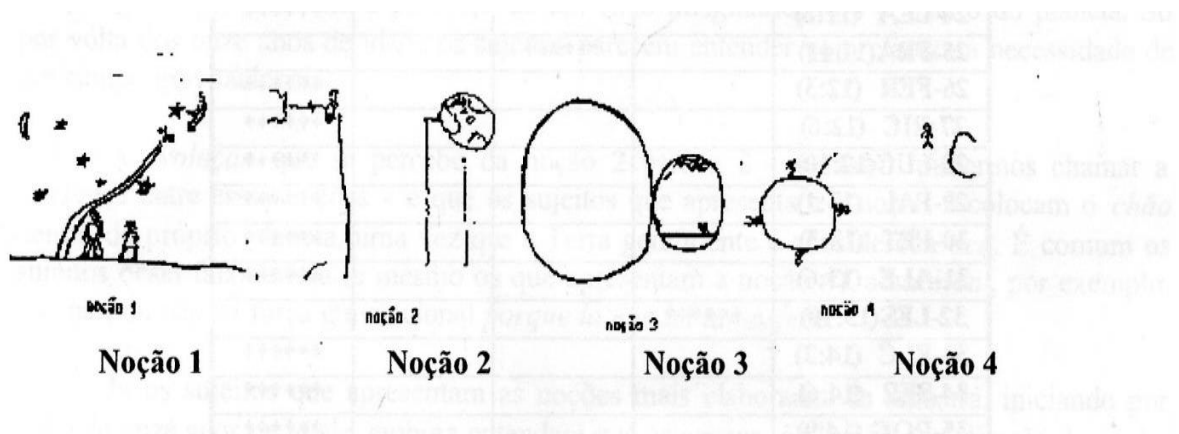
Noção 3 - os alunos já admitem a esfericidade do planeta Terra, mas acreditam que a Terra seja “oca”, ou seja, o “chão” e o “céu” ficam dentro do planeta, com o “chão” estando na parte inferior interna e o “céu” na parte superior interna.

Noção 4 - nessa categoria são classificados os sujeitos que apresentam as noções mais

elaboradas, tais como: noções próximas da linguagem científica, em que uma pedra é atraída na direção do centro do planeta, e também que as pessoas vivem ao longo da superfície exterior da Terra.

Nardi & Carvalho (1996) resumem na Figura 1 os desenhos representativos de cada um dos principais grupos, com as noções sobre o espaço, a forma e força gravitacional do planeta Terra.

Figura 1 – Noções sobre o espaço, a forma e força gravitacional do planeta Terra



Fonte: Nardi & Carvalho (1996).

A Figura 1 foi utilizada como comparativo para identificar as noções epistemológicas dos alunos envolvidos na pesquisa.

2.2 O Letramento Científico e Seus Indicadores

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. Esta linguagem recebe o nome de “linguagem coloquial” (Moreira, 2011). A linguagem científica, por outro lado, tem características específicas, com estruturas, regras e exceções. Com caráter informativo e técnico, de ordem cognoscitiva e racional, é construída com base em dados concretos derivados das etapas de análise, comparação, sintetização, argumentação, indução, dedução e por fim conclusão (Oliveira, et al., 2009). O domínio da linguagem é, portanto, essencial no desenvolvimento dos processos cognitivos, orientando a construção do conhecimento do discente.

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 a

competência linguística científica, sabendo ler, escrever e interpretar, na aprendizagem do pensamento científico envolvido na cultura científica (Oliveira, et al., 2009). Por conseguinte, ensinar o aluno a dominar a linguagem científica é alfabetizá-lo cientificamente. Carvalho (2014) complementa este entendimento, entendendo que ser alfabetizado cientificamente envolve também o aprendizado da prática científica propriamente dita.

Na literatura, existem diferentes nomenclaturas associadas com este conceito, sendo as duas principais “alfabetizações científica” e “letramento científico” (Sasseron & Carvalho, 2011). Neste trabalho utilizamos a segunda delas, associando-a ao domínio da linguagem científica, manifestada no uso dos conceitos científicos corretamente, bem como dos procedimentos associados com a prática científica e do entendimento da natureza das ciências. Além disso, é essencial para o cidadão letrado cientificamente integrar todas estas habilidades, de forma a ser capaz de interagir com a sociedade de maneira crítica e sustentável ao tratar questões de cunho técnico-científico.

Na busca deste domínio, no contexto de uma aula de ciências, espera-se que os alunos façam aquilo que é próprio das ciências: investigar situações problemáticas ou, em outras palavras, desenvolver atividades de aprendizagem com abordagem próxima da prática científica. A abordagem didática do ensino por investigação cumpre este papel, ao possibilitar aos estudantes interagirem coletivamente, promovendo investigações mais ou menos direcionadas, que contemplam um ou mais habilidades associadas com a prática científica, ou seja, formular perguntas de investigação a partir de situações de seu cotidiano, quando possível formular hipóteses, propor e realizar experimentos, concluir e comunicar (Sasseron, 2015).

Com o objetivo de avaliar o a evolução do desenvolvimento das capacidades associadas com o fazer científico e seu posterior letramento, Sasseron & Carvalho (2014) propõem os indicadores de Alfabetização Científica, 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.

2.3 Sequências de Ensino Investigativas

O material didático desenvolvido e aqui apresentado é uma Sequências de Ensino Investigativa (SEI) e foi baseado nos trabalhos de Carvalho (2009, 2014) tendo como conceito físico a ser explorado o campo gravitacional e sua relação com o ensino de astronomia.

Uma SEI é definida por Carvalho (2014) como sendo “...um conjunto organizado e coerente de atividades investigativas, e 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 é o “princípio de que a construção do conhecimento científico requer a participação dos estudantes na (re)construção dos conhecimentos que habitualmente se transmitem já elaborados” (Carvalho, 2014).

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 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 adquirida e transmitida em sua vida social - para a linguagem científica, a qual tem significado preciso no mundo acadêmico e, em muitos casos, com conceitos formulados matematicamente.

Uma SEI fundamentada nesses três princípios deixa os alunos no centro do letramento científico, ao oferecer a possibilidade do domínio da linguagem científica, da (re)construção do conhecimento ao longo de atividades práticas investigativas e do entendimento de que o conhecimento científico está imerso em contextos sociais, culturais e históricos.

Para a verificação do terceiro princípio, utilizamos o “modelo padrão” de Toulmin (Ferraz & Sasseron, 2017), que permite examinar elementos constitutivos básicos da argumentação, considerando três elementos básicos: dados, conclusão e justificativa. Dados, segundo Toulmin (Sasseron & Carvalho, 2014) são “os fundamentos com os quais se constrói o suporte à conclusão”; conclusão segundo Silva & Trivelato (2017) “é a afirmação apresentada ao público para avaliação” e justificativa “permite entender como se vincula e se constrói a relação que vai dos dados à conclusão”.

3. Metodologia

Esse trabalho se define como um relato de experiência cuja metodologia de pesquisa é qualitativa, pois segundo Pereira, et al., (2018) houve interpretações por parte do pesquisador com suas opiniões sobre análise de dados coletados. A retirada dos dados ocorreu com a utilização da análise das filmagens, dos áudios, das observações e de relatos escritos, seguindo a forma em que foram apresentados e registrados durante a aplicação da SEI.

A SEI foi aplicada em uma turma do quinto ano do ensino fundamental com uma quantidade de dezenove alunos, de uma escola de ensino público, em uma comunidade rural de São Domingos do Capim, município do estado do Pará, no ano de 2018 e fez parte da dissertação de mestrado de um dos autores deste manuscrito (Silva, 2018).

A proposta didática, SEI, desenvolvida é intitulada “Por que quem vive no polo Sul não cai “para baixo”? Investigando a Força da Gravidade”, e foi construída em duas partes, a saber:

Primeira parte - Força e campo, na seguinte ordem: - avaliação diagnóstica, laboratório aberto, sistematização de conhecimento e avaliação de aprendizagem.

Segunda parte - Gravidade, na seguinte ordem: avaliação diagnóstica, demonstração investigativa e avaliação de aprendizagem.

3.1 Lócus da Pesquisa

A escola onde a proposta foi aplicada fica localizada em uma comunidade rural a uma distância de vinte e dois quilômetros da cidade de São Domingos do Capim (PA) e tem 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 por automóvel. Ela atende alunos da própria comunidade, bem como moradores de outra vizinhança conhecida, situada a oito quilômetros da escola. O transporte desses alunos ocorre por meio de ônibus escolar terceirizado. A escola oferece educação infantil e fundamental (do 1º ao 9º ano), com jornada de oito horas diárias. A sua média no IDEB do ensino fundamental menor em 2015 foi de 3.6 e a média do ensino fundamental maior não foi registrada, por não haver número de participantes na Prova Brasil suficiente para que os resultados fossem divulgados.

A escolha dessa escola e da turma deve-se ao fato do professor mestrando, autor deste

trabalho, pertencer ao quadro efetivo do cargo de professor de Ciências Naturais do município, estando ali lotado, e já desenvolver trabalhos com intuito de preparar os alunos a realizarem a prova da Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA). A proposta didática desenvolvida é apresentada no Apêndice 1.

3.2 SEI Desenvolvida

Apresentamos a Sequências de Ensino Investigativa que serviu para a retirada dos dados desse trabalho e teve como base teórica as literaturas de Carvalho (2009; 2014) para sua construção. O Título da sequência é “Por que quem vive no polo Sul não ‘cai para baixo’? Investigando a Força da Gravidade” que é dividida em duas partes:

- I. Força e Campo
- II. Gravidade

A seguir detalhamos cada uma das partes.

3.2.1 Força e Campo

Objetivo: Proporcionar, utilizando a metodologia de ensino por investigação (Carvalho, et al., 2009) algumas definições de conceitos básicos da mecânica: força 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 construírem suas hipóteses e testá-las procurando resolver o problema aberto, uma situação ampla que vai ser apresentada à classe, 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 contém 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).

Sequência de ensino

Após tais discussões, o professor deverá realizar a dinâmica do deslocamento da caixa de fósforos de Sousa & Cavalcante (2000). O objetivo de tal dinâmica é fazer os alunos perceberem que o movimento de um corpo inicialmente em repouso 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 em 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 consigam 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 deve-se esperar um pequeno intervalo de tempo para que os alunos possam interagir com os objetos. A seguir, se iniciará uma nova situação problemática para as equipes, com a seguinte pergunta: “Como a caixa pode sair do primeiro ponto e ir para o segundo ponto usando apenas os ímãs?”.

4- Depois de repassar a proposta é importante verificar se todos os discentes de cada equipe estão tendo oportunidade de manusear os materiais, de participar das discussões sobre o tema dado e se o problema está sendo compreendido. Pode-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 é 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?”, “No segundo momento com os ímãs, conte 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 mover sozinha?” etc.

Após os relatos dos experimentos é importante o docente tentar fazer os alunos relacionarem 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 da 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.

3.2.2 Gravidade

Objetivo: fazer com que os alunos percebam que a Terra é uma esfera; que qualquer corpo, tanto estando em contacto como estando a certa altura da sua superfície será atraído por uma força de campo para seu centro e que a uma certa distância essa força passa a se desprezível, não gerando efeito sobre o corpo. Espera-se, assim, proporcionar as definições dos conceitos básicos de gravidade, numa perspectiva espacial, para as séries iniciais do ensino fundamental, utilizando uma Sequência de Ensino por Investigação (SEI).

Sequência didática:

Sondagem:

Esta atividade deverá ser iniciada com um teste de sondagem contendo questões cujo objetivo principal é analisar os conceitos preexistentes sobre o tema gravidade, verificando

como os alunos já construíram as principais características ou propriedades do conceito.

O teste será iniciado com a apresentação do vídeo “A dura vida na Estação Espacial Internacional?”, encontrado no canal YouTube, com o mesmo nome. Após a apresentação do vídeo, o professor fornecerá lápis e papel em branco e solicitará para que os discentes, além de descrever como acham ser o planeta Terra, elaborem um desenho do mesmo. A partir do desenho, outras questões abertas serão apresentadas cujas respostas devem 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 (com ímãs em seu interior) penduradas em um fio. Para isso deve preparar um modelo do planeta Terra em uma bola de isopor e fixar ímãs em seu interior de forma a simular o efeito do seu campo gravitacional. Este modelo de Terra deverá ter tamanho suficiente para ser visto por toda a classe, mesmo sendo manipulado por uma única pessoa (da ordem de meio metro de diâmetro). É importante vedar as duas partes da esfera de isopor de forma a garantir que os estudantes não saibam o que há dentro dela, discutindo apenas o conceito de interação à distância.

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

Na apresentação das questões abertas, o professor deverá 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 a refletir sobre o que estão falando e para que chegue a 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 a 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 se sentem ao redor da bola de isopor em forma de semicírculo, e deve estimular a discussão, mediando a conversa com algumas perguntas abertas do tipo: “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 debaixo da Terra e fará a seguinte pergunta: “por que um homem no continente Antártica não cai para ‘baixo’”? Após a discussão dessa pergunta deve ser introduzida a seguinte pergunta para a turma “onde vocês estariam no globo?”; de maneira

complementar, o professor também poderá solicitar 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 do 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?”, servindo a utilização desse recurso multimídia para sistematizar os conceitos estudados, potencializando o desenvolvimento de novos conhecimentos prévios para a construção do conhecimento científico da gravidade, em estudos posteriores.

Avaliação

Ocorrerá uma avaliação da 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.

4. Resultados e Discussão

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

As análises foram realizadas de acordo com a ordem seguida na SEI, dividida em duas partes (Força e Campo) e (Gravidade). Abaixo apresentamos as ações de obtenção dos dados (escritos, desenhos dos alunos, interações verbais e argumentação) em relação à Força e Campo.

4.1 Parte 1 - Força e Campo

Apresentamos a seguir a primeira parte da aplicação da SEI e os dados coletados.

4.1.1 Avaliação Diagnóstica

A avaliação diagnóstica da parte “Força e Campo” teve dois objetivos. Primeiro, buscou-se identificar quais alunos possuíam a linguagem coloquial mais próxima da linguagem científica, para montar as equipes para o desenvolvimento da atividade, de modo que houvesse uma heterogeneidade que potencializasse uma troca de significados interna na equipe, por meio da troca de diferentes vivências dos estudantes. O outro objetivo foi entrar em contato com os conhecimentos já presentes na estrutura cognitiva dos 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 com o conceito de esforço muscular, como pode ser constatado nos exemplos apresentados nas Figuras 2 e 3. Na Figura 2, o aluno desenhou um homem mostrando seus músculos, entendendo que a existência de uma força está associada aos músculos: força muscular.

Figura 2 - Desenho feito por aluno em resposta à primeira pergunta da avaliação diagnóstica.

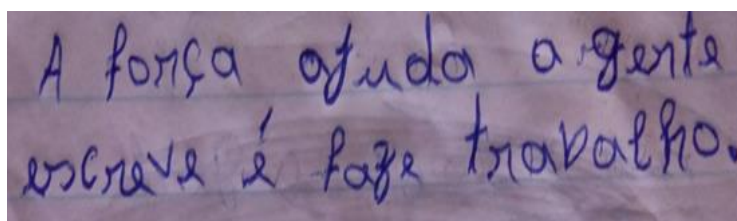


Fonte: Silva (2018).

Na Figura 2, o aluno associou a força com algo biológico dos homens, o que no desenho pode ser identificado no destaque que ele dá aos bíceps do personagem.

Provavelmente, o aluno da Figura 3 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 ao anterior.

Figura 3 – Relato escrito feito por aluno em resposta à segunda pergunta da avaliação diagnóstica.

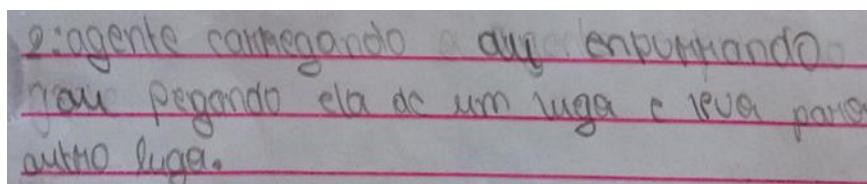


Fonte: Silva (2018).

Na Figura 3, o aluno associou a palavra ‘força’ com trabalho e afazeres humanos.

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 por meio de desenhos que a única forma da cadeira se movimentar é alguém interagindo com ela, como pode ser constatado nas Figuras 4 e 5, com respostas do tipo “a gente carregando ou empurrando ou pegando ‘ela’ de um lugar e levando para outro lugar”, com correções, na Figura 4.

Figura 4 – Relato escrito feito por aluno em resposta à primeira pergunta da avaliação diagnóstica.



Fonte: Silva (2018).

Na Figura 4, o aluno está associando o movimento da cadeira com a interação humana (a gente), ou seja, que a cadeira depende de uma pessoa para se movimentar.

Figura 5 – Desenho feito por aluno em resposta à segunda pergunta da avaliação diagnóstica.



Fonte: Silva (2018).

A Figura 5 apresenta a resposta de um aluno que desenhou uma pessoa movimentando (levantando) a cadeira.

Infere-se, por conseguinte, que a turma concebe que a cadeira não tem a capacidade de se mover sozinha, precisando da interação por contacto do homem para a alteração de seu movimento e/ou “manutenção” do movimento.

Assim, pôde-se observar que, com relação à palavra força, nas respostas em forma de desenhos e textos, é notória a associação da palavra força com o ser humano, isto é, algo que o homem possui ou exerce. Vale salientar que este resultado pode estar associado à realidade dos estudantes, uma vez que eles têm uma relação muito forte com trabalhos manuais, sendo de uma comunidade rural.

4.1.2 Atividade Investigativa

Ao iniciar a segunda etapa da parte “Força e Campo”, utilizamos para o experimento dois ímãs e uma caixa de fósforos onde os estudantes pudessem colocar um ímã dentro, em uma adaptação de uma atividade proposta por Sousa & Cavalcante (2000). Dividimos a turma em quatro equipes de cinco alunos cada; a seguir 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 (A), e ir para o segundo ponto (B) sem que vocês a retirem da mesa, sem virar a mesa, sem tocá-la e sem assoprar?”

Após a apresentação do problema, houve um espanto na turma, juntamente com uma grande agitação, sendo necessário em vários momentos lembrar que não poderiam 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; 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. Após um tempo, outra equipe conseguiu resolver o problema de uma forma diferente: colocou um dos ímãs dentro da caixa e com outro ímã por baixo da mesa empurrou a caixa de fósforos do ponto A até o ponto B. Para mais detalhes das soluções das outras duas equipes ver a dissertação (Silva, 2018).

Vale salientar que ao deixar os alunos trabalharem em uma atividade investigativa de forma organizada em grupo e com o material experimental, segundo Silva (2018), “estamos dando oportunidade de eles agirem sobre os objetos para ver como funcionam e de agirem sobre o objeto para resolver o problema. [...] Assim, eles vão também estruturando os esquemas mentais para resolver o problema”.

4.1.3 Sistematização dos Conhecimentos

Para as descrições das falas dos alunos, utilizamos as seguintes denominações: “aplicador” para o professor e a letra “A+ número” para os alunos. Cada aluno recebeu uma numeração diferenciada e toda vez que foi preciso uma narração do ocorrido durante a demonstração investigativa, o falante foi identificado como “ação”.

Vale salientar a importância de os alunos tomarem consciência de como conseguiram resolver o problema e buscarem uma explicação para o fenômeno (Silva, 2018). Assim, iniciamos a sistematização dos conhecimentos com os alunos sentando em um semicírculo na sala de aula e propondo a pergunta: “como vocês conseguiram resolver o problema?”.

Apresentamos abaixo a parte do diálogo ocorrido.

1. Aplicador: Vocês achariam que a caixa se movimentaria sozinha?
2. A10: Não.
3. Aplicador: Vocês conseguem explicar o porquê?
4. A10: Porque ela não tem pé.
5. Aplicador: Por que quando vocês aproximavam o ímã da caixa ela se movimentava?
6. A10: Tinha um dentro da caixinha e outro empurrava.
7. Aplicador: Um se aproximava e empurrava a caixa?
8. Turma: Sim.

9. A07: O imã empurra com força.

10. Aplicador: Uma carroça se movimenta sozinha?

11. A10: Só se tiver um cavalo empurrando.

12. Aplicador: Dê um exemplo de um corpo fazendo outro corpo se movimentar sem que eles toquem um no outro.

13. Turma: Imã, imã, imã.

Nessa parte, destacamos que os discentes trabalharam com indicador (d), raciocínio lógico, para a resolução do problema do deslocamento da caixa, uma vez que os alunos concordaram que umas das maneiras de movimentar a caixa seria empurrando-a com os imãs, linhas 7, 9 e 13. Na linha 6, “Tinha um dentro da caixinha e o outro empurrava”, o aluno A10 apresenta o indicador da alfabetização científica (c) ao estabelecer uma explicação na tentativa de justificar a movimentação da caixa quando o imã se aproximava.

A construção da linguagem científica é evidenciada na linha 13 quando, ao responder ao questionamento do aplicador, os alunos constroem o pre-conceito de campo de força, onde os imãs interagem com a caixa sem tocar, ou seja, uma interação a distância.

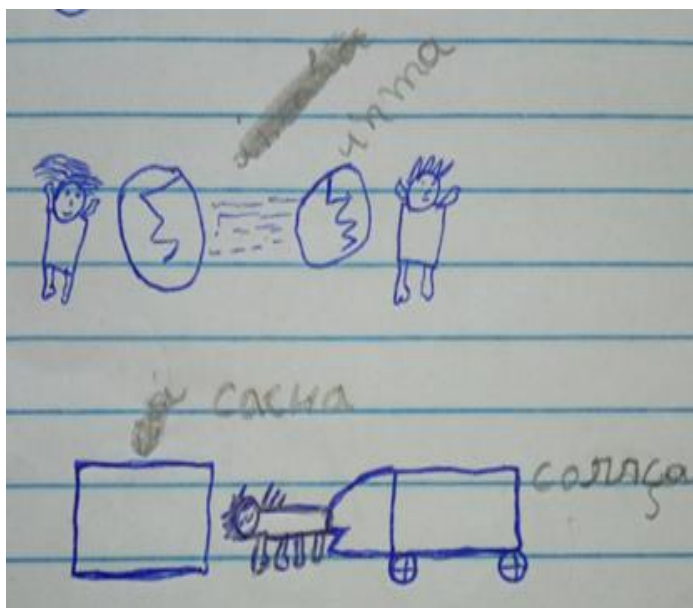
Da mesma forma, na linha 9 (“O imã empurra com força”), o aluno A7 associa o conceito de força com a interação do imã com a caixa, relacionando a palavra força com um objeto (imã), fato esse não evidenciado na avaliação diagnóstica.

4.1.4 Avaliação

Após o momento da sistematização e da conjuntura social do conhecimento, que transcorreu em relatos orais, foi solicitado aos alunos que fizessem um desenho e também escrevessem sobre o que aprenderam na aula. O objetivo desta etapa foi analisar os avanços na construção dos conceitos associados com fenômenos da natureza pelos alunos após participarem da atividade investigativa e na elaboração da linguagem científica nos transcritos e nos desenhos.

Na Figura 6 aparecem as soluções das perguntas das linhas 11 e 13, onde são evidenciadas as forças de campo e de contato.

Figura 6 – Desenho feito por aluno representando sua resposta a avaliação de aprendizagem.

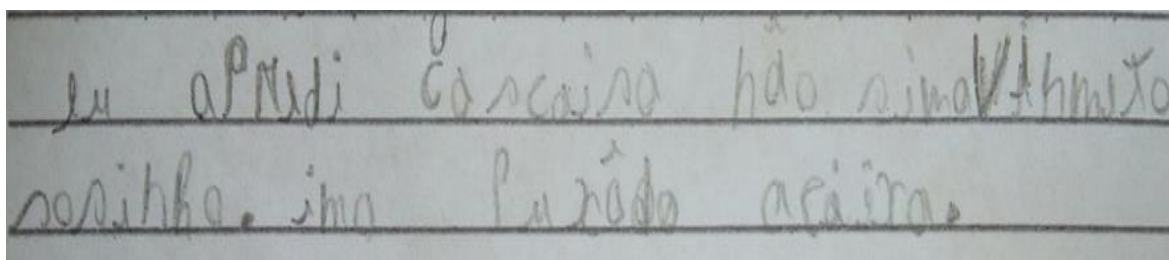


Fonte: Silva (2018).

A Figura 6 tem importância para a avaliação da SEI, pelo fato do aluno desenhar as duas interações da força aceitas na comunidade acadêmica (força de campo e força de contato). O aluno desenhou dois ímãs interagindo à distância (interação por campo) e uma carroça sendo empurrada por um animal (interação por contato).

Na Figura 7, o aluno escreveu “eu aprendi que a caixa não se movimenta sozinha; imã puxa a caixa”, com correções, mostrando a construção do conceito científico que um corpo não altera sua quantidade de movimento se não houver interação com outro corpo: a caixa só se movimentou porque o ímã a puxou.

Figura 7 – Relato escrito e desenho feito por aluno representando sua resposta à avaliação de aprendizagem.



Fonte: Silva (2018).

A Figura 7 apresenta indícios de que o aluno associou o movimento da caixa com a

interação de um segundo corpo.

Vale ressaltar que na avaliação final 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 primeira parte “Força e Campo” com relação às construções dos conceitos básicos da Mecânica: força e sua relação com o princípio da movimentação dos corpos foi de fato alcançado (ressaltando que nesta SEI não houve a preocupação de desconstruir a visão aristotélica de movimento dos estudantes).

4.2 Gravidade

Nessa seção apresentamos todas as análises de cada etapa da segunda parte da SEI, intitulada “Gravidade”.

4.2.1 Avaliação Diagnóstica

Esta etapa da sequência procurou identificar as noções de espaço, forma e força gravitacional do planeta Terra, apresentadas pelos alunos inicialmente.

A atividade começou com a exibição do vídeo “A dura vida na Estação Espacial Internacional”, com duração de 2 minutos e 33 segundos; a seguir, foi solicitado aos alunos para que elaborassem um desenho do planeta Terra em papel, descrevendo como achavam ser o planeta. Após a elaboração do desenho, foram feitas questões abertas para serem respondidas no próprio desenho:

P1. “Onde nós estamos neste desenho”?

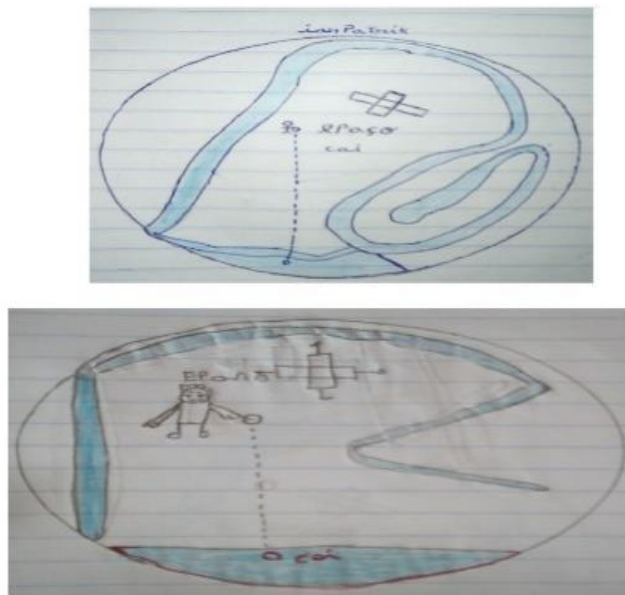
P2. “E os astronautas do vídeo”?

P3. “Se o astronauta estiver fora da estação espacial e soltar uma pedra de suas mãos, o que acontece com ela? ”

Desse questionamento surgiram os dados que analisamos abaixo, com base nas noções de Nardi & Carvalho (1996).

Em primeiro lugar, nenhum aluno apresentou as noções 1 e 2. A representação da noção 3 apareceu em alguns desenhos, como aparece na Figura 8, 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”.

Figura 8 – Dois desenhos feitos por alunos evidenciando que estão nos estágios da Noção 3.



Fonte: Silva (2018).

A Figura 8 mostra nitidamente que parte dos alunos não separa o céu e o solo de dentro da esfericidade do planeta Terra, como destaca a Noção 3 de Nardi & Carvalho (1996).

Portanto, no momento da aplicação do teste diagnóstico, a maioria da turma se encontrava na noção 3, com alguns alunos se aproximando da noção 4 (Nardi & Carvalho, 1996; Silva, 2018).

4.2.2 Demonstração Investigativa

Após a identificação dos conhecimentos prévios dos alunos, o aplicador, desenvolvendo o papel de professor mediador, organizou a turma em um semicírculo e apresentou a representação do planeta Terra com uma bola de isopor (contendo ímãs em seu interior) presa ao teto, bem como alguns objetos metálicos representando pessoas. A seguir, ele problematizou a situação para o levantamento das hipóteses, coleta de dados e conclusões com questões abertas do tipo: “Onde é o ‘embaixo’ da Terra?”. Apresentamos a seguir o diálogo que ocorreu na busca pela resposta à pergunta.

14. Aplicador: O homem na Antártica cai ‘para baixo’?... Por que ele não cai ‘para baixo’?

15. A15: Porque ele tá dentro da Terra.

16. 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 volta para a superfície do globo.

17. Aplicador: O homem que está na Antártida cai (cai no chão da sala)?

18. Turma: Não.

19. Aplicador: E o homem que está no Alasca cai (quando vira o globo de cabeça pra baixo)?

20. Turma: Não

21. Aplicador: O homem na Antártida... se ele pular o que vai acontecer?

22. xxx: Ele volta para a Terra.

23. Aplicador: Onde é o 'embaixo' da Terra?

24. A01: Nenhum dos dois lados.

25. A15: Não tem embaixo da Terra.

Nesse momento, os alunos apresentaram os indicadores da alfabetização científica, especificamente o indicador (a), ao utilizarem os dados disponíveis para chegarem à conclusão esperada, linha 24 ("Nenhum dos dois lados") e 25 ("Não tem embaixo da Terra"). O indicador (c) se faz presente na linha 15 ("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.

Dando continuidade à atividade, foi solicitado a um aluno que aproximasse um objeto (metálico) da bola de isopor. Apresentamos a seguir as discussões deste momento.

26. Aplicador: O que você sentiu quando o objeto chegou perto do planeta?

27. A13: O objeto sente a gravidade do planeta.

28. Aplicador: Porque ele sente a gravidade! Isso que a Terra puxa o corpo é a gravidade? Qualquer corpo que se aproxima do planeta Terra, tanto por cima, pela lateral e por baixo, é puxado para a superfície do planeta?

29. Turma: É.

30. Aplicador: Isso é a Gravidade?

31. Turma: É.

Os alunos, novamente, apresentam alguns indicadores da alfabetização científica: o indicador (a), ao trabalhar com as informações e com os dados disponibilizados pela manipulação do objeto, linhas 28 ("O objeto sente a gravidade do planeta") e percebeu-se que os alunos utilizaram o indicador (d), raciocínio lógico, durante a investigação e a comunicação de ideias na situação de ensino. Destacamos a fala do aluno A13, linha 28, que estabeleceu sua explicação para o fenômeno investigado destacando esse momento estar de

acordo com o indicador (c).

O último momento da atividade teve como objetivo sistematizar o assunto tratado com a retomada do vídeo do início da sequência, conforme resumo a seguir.

32. Aplicador: Por que o astronauta, no espaço, que vocês viram no vídeo, não caia no planeta Terra?

33. A1: Por causa da gravidade zero e ele está longe do planeta Terra... ele 'tá' longe do planeta Terra...

34. Aplicador: Voltamos para o mundo real, esse objeto só cai para a superfície do planeta porque ele está perto...e a força que a Terra puxa qualquer corpo nas suas proximidades se chama?

35. Turma: Gravidade.

36. Aplicador: A mesma coisa que acontece com o planeta Terra acontece com os outros planetas do sistema solar se você estiver em uma nave espacial e chegar muito próximo de Marte, você será atraído também e se você chegar muito próximo do Sol você será atraído também.

O indicador (c) aparece quando o aluno A1 apresenta explicações sobre o fenômeno em estudo, a gravidade, linha 33. Destacamos os argumentos do aluno A1, que apresenta o indicador (d), o uso do raciocínio proporcional, ao inferir que a aceleração gravitacional é inversamente proporcional à distância.

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, segundo Silva (2018), que ele adquiriu a linguagem científica aproximando-se da lei da gravidade universal de Newton; e que posteriormente poderá ser transformada em linguagem matemática, 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 apresentamos na Figura 9 do 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 9 - Modelo padrão de Toulmin (Sasseron e Carvalho, 2014) construído com dados da parte - Gravidade.



Fonte: Silva (2018).

A Figura 9 destaca características argumentativas ocorridas durante as atividades em sala de aula, validando explicações dos alunos pela utilização dos elementos básicos do modelo padrão de Toulmin (Sasseron e Carvalho, 2014). Isso evidencia que a SEI inseriu os alunos em um ambiente argumentativo – discursivo, conforme o Terceiro princípio de uma SEI destacado por Carvalho (2014).

4.2.3 Avaliação da Aprendizagem do Aluno

Após o momento de sistematização e da conjuntura social do conhecimento, que transcorreu em relatos orais, mostramos o vídeo “O show da Luna: Pra baixo ou pra cima?” e 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 e Carvalho (1996), pelos alunos após participarem da Sequência de Ensino Investigativa e a elaboração da Linguagem Científica nos transcritos nos desenhos. Os desenhos nessa fase apresentaram uma evolução significativa em relação aos realizados anteriormente (teste diagnóstico).

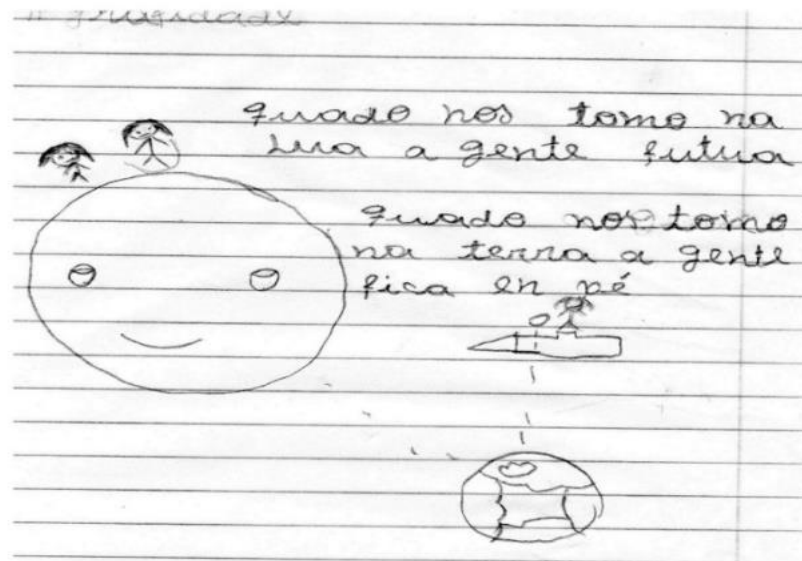
Ao compararmos os desenhos do teste diagnóstico com os da avaliação de aprendizagem do aluno, os avanços das noções epistemológicas abordadas puderam ser identificados nas ilustrações da relação entre o espaço, a forma e força gravitacional do planeta Terra. Inicialmente, a minoria dos alunos representava a noção 3, Terra oca, e o restante dos alunos apresentava a “evolução” da noção 3 para a noção 4, ou seja, a existência

da gravidade, o planeta situado no espaço e seu formato esférico.

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

Na Figura 10, o aluno apresentou o formato esférico do planeta, a lua, a estação espacial, um astronauta e duas pessoas na superfície lunar.

Figura 10 - Registro do aluno.



Fonte: Silva (2018).

Claramente na Figura 10 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, deslocando-se em direção à superfície do planeta Terra.

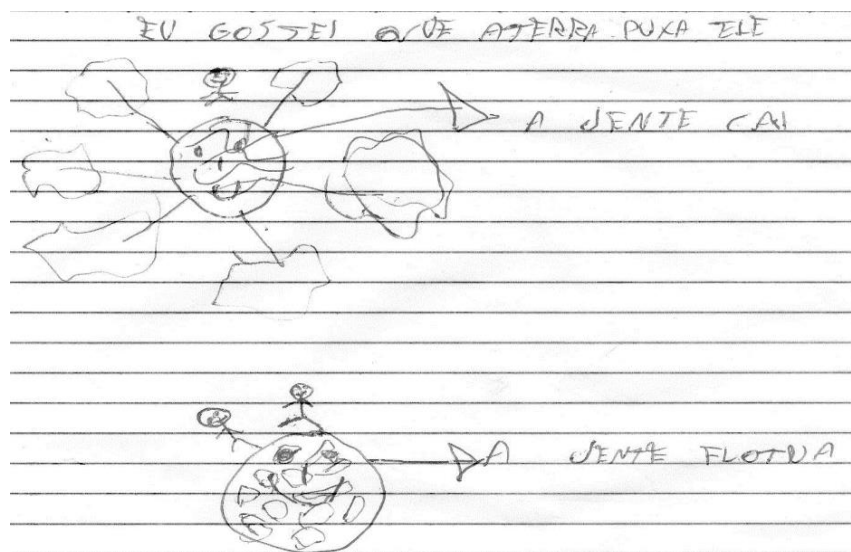
Outra interpretação possível para a linha tracejada é que represente a interação gravitacional entre a Terra e o objeto e a Terra e a Lua, uma vez que que esses pontos também estão ligando a Lua e a Terra, outrossim que durante as etapas da SEI não foi demonstrado o deslocamento do astro para a superfície do planeta; mesmo assim, nos dois casos pôde-se observar que o estudante concebeu o planeta como fonte de força gravitacional, características essas que enfatizam que o discente alcançou a noção 4 de Nardi & Carvalho (1996).

O aluno também faz o relato escrito: “quando nós ‘tamo’ na lua a gente flutua”; “quando nos ‘tamo’ na Terra a gente fica en pé”, mostrando a diferença da aceleração gravitacional entre a Lua e a Terra.

Na Figura 11, aparece novamente a aquisição da noção 4. 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 e também os relatos escritos “a ‘jente’ cai” com uma seta saindo da superfície do planeta Terra e “a ‘jente’ ‘flota’” com uma seta saindo da superfície da Lua, fazendo uma 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 11 - Registro do aluno.



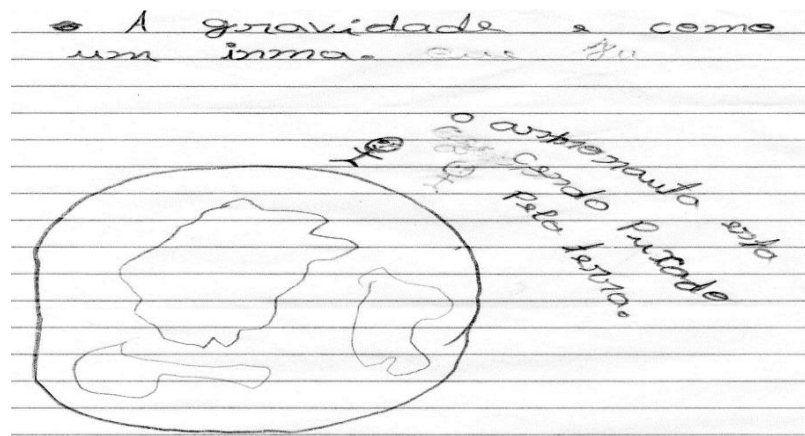
Fonte: Silva (2018).

A Figura 11 demonstra uma comparação do Campo Gravitacional do planeta Terra com o da Lua.

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 Figuras 12 e 13, os alunos demonstram claramente a aquisição da linguagem científica em suas transcrições: “a gravidade é como um ‘ima’”, 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 longe da terra ele não cai”, bem como relatando a força como sendo inversamente proporcional à distância, novamente evidenciando uma linguagem mais próxima da científica.

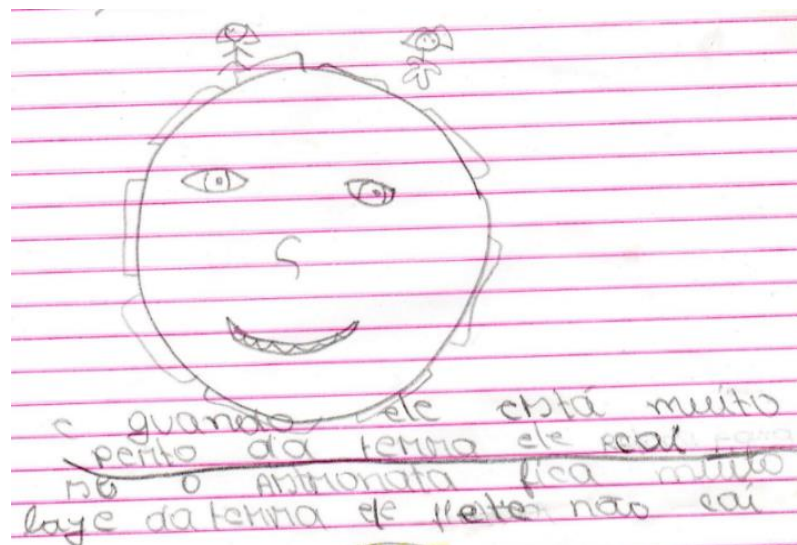
Figura 12 - Registro do aluno.



Fonte: Silva (2018).

A Figura 12 mostra um comparativo entre a Força Gravitacional e a Força Magnética de um ímã.

Figura 13- Registro do aluno.



Fonte: Silva (2018).

A Figura 13 representa uma linguagem científica, descrita por um aluno, demonstrando que o Campo Gravitacional terrestre é inversamente proporcional à distância do seu centro.

5. 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 uma SEI. A análise da aplicação da SEI mostrou que o objetivo 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 a evolução da turma ao entender a ausência de gravidade para o astronauta longe do planeta Terra. Destacamos também que a abordagem metodológica permitiu a liberdade de argumentação dos discentes.

Em se tratando do conceito de força, no teste diagnóstico os alunos exclusivamente relacionavam a palavra força como sendo um atributo do ser humano. Já na avaliação da sequência, os discentes ampliaram esta noção, ao passar a associar a palavra força também com a interação à distância entres os dois ímãs e ao movimento da caixa.

Outro ponto a ser destacado foi à evolução epistemológica proposta por Nardi & Carvalho (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.

Destacamos que a escolha do título da SEI está relacionada com a seguinte questão feita por um aluno há algum tempo ao professor mestrando, autor deste trabalho: “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 etapas da SEI para construir os elementos necessários ao seu entendimento - noção de interação a distância e campo gravitacional.

Para encerrar, destacamos que o trabalho servirá como ponto de partida para a criação de minicursos envolvendo formação continuada de professores. Especificamente, será utilizado em oficinas voltadas para docentes que atuam nas séries iniciais do ensino

fundamental, para que os mesmos insiram os discentes desde cedo no mundo investigativo.

Referências

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

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

Filho, V. B. L., Prado, V. B., Soares, F. A. A. M. N., Martins, A., & Marineli, F. (2005). Desenvolvimento de uma metodologia de ensino de astronomia com o uso de software livre. Disponível em: <http://www.sbpcnet.org.br/livro/63ra/conpeex/prolicen/trabalhos-prolicen/prolicen-valdinei-bueno.pdf>.

Ferraz, A. T., & Sasseron, L.H. (2017) Propósitos epistêmicos para a argumentação em aulas investigativas. *Investigação em Ensino de Ciências*, 22 (1), 42-60. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/312>

Marcondes, M. E. R., & Suart, R. C. (2009). A manifestação de habilidade cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. *Ciência e Cognição*, 14, 50 – 74. Recuperado de http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v14_1/m318318.pdf

Moreira, M. A. (2011). *Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares*. São Paulo: Livraria da Física.

Nardi, R., & Carvalho, A. M. P. (1996). Um estudo sobre a evolução das noções de estudantes sobre espaço, forma e força gravitacional do Planeta Terra. *Investigações em Ensino de Ciências*, 1 (2), 132-144. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/640>

Oliveira, T., Freire, A., Carvalho, C., Azevedo, M., Freire, S., & Baptista, M. (2009). Compreendendo a aprendizagem da linguagem científica na formação de professores de

ciências. *Educar em Revista*, 34, 19-33. Recuperado de <https://www.scielo.br/pdf/er/n34/02.pdf>

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da Pesquisa Científica*. Santa Maria – RS: Universidade Federal de Santa Maria. Recuperado de https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1

Sasseron, L. H., & Carvalho, A. M. P. (2011). Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. *Invest. Ens. Cien.* 16 (1), 59-77. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/246>

Sasseron, L. H., & Carvalho, A. M. P. (2014). A construção de argumentos em aulas de ciências: o papel dos dados, evidências e variáveis no estabelecimento de justificativas. *Ciência & Educação, Bauru*, 20 (2), 393-410. Recuperado de <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v20n2/1516-7313-ciedu-20-02-0393.pdf>

Sasseron, L. H. (2015). Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relação entre ciências da natureza e escola. *Revista Ensaio*, 17 (especial), p. 49 – 67. Recuperado de <https://www.scielo.br/pdf/epec/v17nspe/1983-2117-epec-17-0s-00049.pdf>

Silva, D. L. F., Perez, S., & Fraiha, S. G. C. (2018). *Estudando o Campo Gravitacional no Quinto Ano do Ensino Fundamental em uma Abordagem Investigativa*. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física), Universidade Federal do Pará, Belém, PA, Brasil.

Silva, M. B., & Trivelato, S. L. F. (2017). A mobilização do conhecimento teórico e empírico na produção de explicações e argumentação numa atividade investigativa de biologia. *Investigação em Ensino de Ciências*, 22 (2), 139-153. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/785/pdf>

Silva, S. M., & Serra, H. (2013). Investigação sobre atividades experimentais de conhecimento físico nas séries iniciais. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em*

Ciências, 13 (3), 9-23. Recuperado de
<https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4269/2834>

Sousa, M. L. K. A., & Cavalcante, M. A. (2000). Magmatismo para Crianças. *Física na Escola*, 1 (1). Recuperado de <http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol01-Num1/artigo71.pdf>

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Dierimi Luiz Ferreira da Silva – 34%

Silvana Perez – 33%

Simone da Graça de Castro Fraiha – 33%