

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

BÁRBARA ALICE PIEDADE DOS SANTOS

**PROPOSTAS DE ENSINO DE CIÊNCIAS INVESTIGATIVO NO NÍVEL
FUNDAMENTAL E OS IMPACTOS DO SEU DESENVOLVIMENTO EM UMA
COMUNIDADE ESCOLAR**

OURO PRETO
2021

BÁRBARA ALICE PIEDADE DOS SANTOS

PROPOSTAS DE ENSINO DE CIÊNCIAS INVESTIGATIVO NO NÍVEL
FUNDAMENTAL E OS IMPACTOS DO SEU DESENVOLVIMENTO EM UMA
COMUNIDADE ESCOLAR

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção de grau de Licenciada em Química no Curso de Química Licenciatura da Universidade Federal de Ouro Preto.

Orientador (a): Profa. Dra. Nilmara Braga Mozzer

OURO PRETO

2021

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

S237p Santos, Barbara Alice Piedade.
Propostas de ensino de ciências investigativo no nível fundamental e os impactos do seu desenvolvimento em uma comunidade escolar. [manuscrito] / Barbara Alice Piedade Santos. - 2021.
145 f.: il.: color., tab..

Orientadora: Profa. Dra. Nilmara Braga Mozzer.
Monografia (Licenciatura). Universidade Federal de Ouro Preto.
Instituto de Ciências Exatas e Biológicas. Graduação em Química .

1. Ciências - Estudo e ensino. 2. Série de ensino. 3. Ensino fundamental . 4. Epistemologia da educação. I. Mozzer, Nilmara Braga. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 54:37

Bibliotecário(a) Responsável: Celina Brasil Luiz - CRB6-1589



FOLHA DE APROVAÇÃO

Bárbara Alice Piedade dos Santos

Propostas de ensino de ciências investigativo no nível fundamental e os impactos do seu desenvolvimento em uma comunidade escolar

Monografia apresentada ao Curso de Química Licenciatura da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Licenciatura em Química

Aprovada em 08 de abril de 2021

Membros da banca

Professora Dra. Nilmara Braga Mozzer - Orientadora (UFOP)
Professora. Jôse de Assis de Carvalho - Membro externo (PIEC - USP)
Professora Dra. Paula Cristina Cardoso Mendonça - Supervidora (UFOP)

[Nilmara Braga Mozzer, orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 23/04/2021]



Documento assinado eletronicamente por **Paula Cristina Cardoso Mendonça**, **PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 23/04/2021, às 15:33, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0162844** e o código CRC **D6A6D003**.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus, por absolutamente tudo em minha vida!

À minha mãe Wany, a pessoa mais generosa que eu já conheci, o meu muito obrigada por todos os ensinamentos e, principalmente, por me mostrar o quanto nós mulheres podemos e devemos ser fortes. Você é meu tudo! Meu exemplo de vida.

Às minhas irmãs, Bruna e Camila, por estarem sempre ao meu lado e cuidarem de mim.

Às minhas sobrinhas, Bianca e Susana, por despertarem em mim um amor imensurável e serem o principal motivo dos meus sorrisos. Eu amo vocês!

À minha avó Helena, que é minha referência de caráter, de sabedoria, de força e de união. Às minhas famílias Amorim e Santos, pelas orações e carinho de sempre.

À minha orientadora e amiga, Nilmara Mozzer, que tem um olhar sensível, carinhoso e acolhedor, minha eterna gratidão pela parceria, compreensão, paciência e amparo. Obrigada também por se preocupar tanto comigo e me manter firme. Você é incrível! É um privilégio poder trabalhar contigo! Você transforma a aprendizagem em uma experiência maravilhosa.

A todos os meus demais mestres, que me ajudaram a chegar onde estou e a ser quem sou! Em especial, à professora Paula Mendonça pelas discussões únicas e enriquecedoras. Obrigada pela grande contribuição na minha formação docente! Eu te admiro muito! À Rute Figueiredo pelos preciosos questionamentos e observações durante essa caminhada. Você é extremamente necessária para o nosso curso!

Aos meus amigos Fábio, Pedro e Fabiano, por me apoiar, incentivar, confortar e “esculhambar”, conforme o necessário. Sem vocês, eu não teria chegado até aqui.

À Josy pela amizade e apoio em todos os momentos em que precisei. Você tem um coração lindo!

À Adrielle, pela grande amizade, atenção e afeto.

Aos amigos e momentos maravilhosos que o Centro Acadêmico de Química me proporcionou. Alana, André, Cássia, Marcela e Victor, obrigada por todo aconchego e descontração de sempre! Vocês tornaram esse isolamento social mais leve.

À Day e Débora, pela companhia nesses tempos difíceis e incertos.

Ao Henrique pela imensa colaboração prestada no andamento deste trabalho.

À Sheiquellan e Yessa, obrigada por tudo! Nós fomos muito além do que sonhávamos.

À Annehele, Jade, Helena, Maria Luiza, Gabriela, Carmem, Eikásia, Renata, Juliana, Dayannie, Maria e Maria Clara, por tornarem a minha vida mais *DOCE* em Ouro Preto e dividirem comigo cada alegria, cada angústia e cada conquista.

À Cassia, Kariny, Leilane, Valéria e Vanessa, por terem me recebido com tamanha presteza em suas salas de aula e terem me ensinado tanto. À Jaque, por ter me ajudado sempre que precisei. À Ana e a Silvany por gentilmente abrirem as portas da escola e me permitirem vivenciar experiências que jamais me esquecerei.

À cada uma das crianças, que com toda a sua sabedoria e carinho, me fascinaram e deram vida a esse trabalho. Desejo que vocês se encantem, cada dia mais, pelas Ciências.

“Digo: o real não está na saída nem na chegada: ele se dispõe para a gente é no meio da travessia.”

João Guimarães Rosa

RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) tem como objetivos: (i) caracterizar Sequências de Ensino Investigativas (SEI) destinadas a alunos do Ensino Fundamental; e (ii) analisar os impactos do desenvolvimento destas em uma comunidade escolar. As SEI foram elaboradas por duas licenciandas, no contexto da disciplina de “Estágio Supervisionado de Química II”, em parceria com a professora da disciplina e com as professoras de uma escola de Ensino Infantil e Fundamental I da rede privada, do município de Ouro Preto, Minas Gerais, na qual elas também foram desenvolvidas. Para este trabalho, selecionou-se as sequências propostas e desenvolvidas nos 1º, 3º e 4º anos do Ensino Fundamental, em função da qualidade dos dados para os objetivos da pesquisa identificados em uma análise preliminar. Nossos instrumentos de coleta de dados foram as anotações de campo da pesquisadora; os registros em áudio; as fotos das produções escritas e/ou desenhadas dos alunos; além das próprias sequências de ensino elaboradas para cada turma. Considerando-se os objetivos da pesquisa, (i) caracterizamos os graus de abertura das SEI, conforme o maior ou menor direcionamento do professor durante cada uma das etapas de investigação e (ii) realizamos a identificação dos impactos das SEI do desenvolvimento das propostas naquela comunidade escolar, por meio de uma análise interpretativa das interações dialógicas estabelecidas considerando os dados obtidos pelos instrumentos de pesquisa. Os resultados realçaram a variação dos graus de abertura das SEI de acordo com os objetivos esperados em cada uma das atividades propostas. Além disto, os alunos foram capazes de construir entendimentos a partir das interações dialógicas, nas quais eles apresentavam suas ações durante as investigações e discutiam suas explicações para os problemas propostos. Constatamos que, nesse processo, eles desenvolveram raciocínios mais estruturados por meio do auxílio, em maior ou menor grau, das professoras e da estagiária. Diante disso, destacamos a importância do papel dos professores para que os alunos possam explorar, socializar, criticar e legitimar conhecimentos e práticas, uma vez que consideramos essa uma via central para atribuírem sentido ao que estudam em Ciências. Dessa forma, apontamos como uma possível implicação deste trabalho a necessária realização de pesquisas que busquem explorar os desafios enfrentados pelos professores para viabilizar essa abordagem de ensino, para que, assim, busquemos junto a eles as vias para a efetiva implementação da investigação nas salas de aula de Ciências.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
	2.1 O Ensino de Ciências no Nível Fundamental	14
	2.2 Ensino de Ciências por Investigação	19
	2.2.1 Fundamentos.....	19
	2.2.1.1 Fases.....	26
	2.2.1.2 Aspectos Essenciais.....	33
	2.2.2 A Perspectiva de Anna Maria Pessoa de Carvalho e o Papel do Professor	37
	2.2.2.1 Sequências de Ensino Investigativas (SEI)	42
3	OBJETIVOS.....	48
	3.1 Objetivo geral	48
	3.2 Objetivos específicos	48
4	METODOLOGIA	49
	4.1 Contexto de pesquisa e a Elaboração das SEI	49
	4.2 Coleta de dados.....	54
	4.3 Análise de dados.....	56
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	60
	5.1 Análise das SEI propostas	60
	5.1.1 Proposta de SEI “O nosso lixo”.....	60
	5.1.2 Proposta de SEI “Os solos e o plantio”	66
	5.1.3 Proposta de SEI “O nosso lixo eletrônico”	71
	5.2 Análise dos impactos do desenvolvimento das SEI na comunidade escolar	87
	5.2.1 Proposta de SEI “O nosso lixo”	87
	5.2.2 Proposta de SEI “Os solos e o plantio”	99
	5.2.3 Proposta de SEI “O nosso lixo eletrônico”	113
6	CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES.....	129
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	132

APÊNDICES	136
Apêndice A – O nosso lixo: Uma Sequência de Ensino Investigativa para uma turma de 1º ano do Ensino Fundamental.....	136
Apêndice B – Os solos e o plantio: Uma Sequência de Ensino Investigativa para uma turma de 3º ano do Ensino Fundamental.....	139
Apêndice C – O nosso lixo eletrônico: Uma Sequência de Ensino Investigativa para uma turma de 4º ano do Ensino Fundamental	146

1 INTRODUÇÃO

Diversos pesquisadores vêm discutindo ao longo dos anos sobre a necessidade de se ampliar o foco da aprendizagem no ensino de Ciências. Isso porque, durante muito tempo, os professores apenas transmitiam conceitos, leis e fórmulas, enquanto os alunos, apenas os decoravam e tentavam replicá-los. A forma como a ciência, implícita ou explicitamente, é representada neste processo pode contribuir para que os alunos construam visões inadequadas acerca da ciência, como, por exemplo, a de geradora de produtos acabados e inquestionáveis (CARVALHO, 2004; MUNFORD; LIMA, 2007; SASSERON, 2015).

Para Carvalho (2013), dois fatores principais favoreceram questionamentos sobre a maneira pela qual os conhecimentos científicos eram pensados e transmitidos no ensino. O primeiro deles, seria a valorização e a atenção ao processo de obtenção dos conhecimentos e, o segundo, advém dos trabalhos de autores construtivistas que demonstraram que os conhecimentos são construídos tanto no nível individual quanto social. Isso contribuiu para a reflexão de que o foco do ensino de Ciências não poderia estar apenas sobre os conteúdos a serem trabalhados, mas também em como abordá-los (SASSERON, 2013).

De acordo com Carvalho (1998), quando os alunos têm oportunidade de dialogar com o professor e entre seus pares em sala de aula e tomar suas próprias decisões, eles aprendem mais do que conceitos pontuais; aprendem a *pensar cientificamente o mundo*, construindo uma visão de mundo. Essa natureza *dialógica e social* é própria da ciência e, portanto, das práticas dos cientistas (KELLY, 2008).

Entretanto, algumas pesquisas apresentam que, as aulas de Ciências, ainda se afastam dessa natureza dialógica e social sobre a qual a ciência se constrói, nas quais poucas são as oportunidades de se realizar investigações e de se argumentar acerca dos temas e fenômenos em estudo (KELLY, 2008; MUNFORD; LIMA, 2007; SASSERON; DUSCHL, 2016).

Além do já mencionado desenvolvimento de visões inadequadas sobre a ciência, segundo Rosa, Perez e Drum (2007), conforme os alunos avançam nos anos escolares, o gosto pelas Ciências diminui, diminuindo também, a curiosidade, os questionamentos e a vontade de investigar. Isso contribui para o desenvolvimento da passividade dos alunos diante dos conteúdos impostos pelos professores.

Aliado ao fato do ensino no nível Fundamental estar focado em problemas da alfabetização e da matemática (LONGHINI, 2008; RAMOS; ROSA, 2008), em grande parte, isso se deve à falta de um ambiente em que os alunos tenham uma participação no processo de aprendizagem, ou seja, que tenham condições de se envolverem intelectualmente e de refletir sobre suas ideias, aprendendo a reformulá-las e a tomar decisões coletivas que considerem os conhecimentos de Ciências (CARVALHO, 2004; SASSERON; DUSCHL, 2016).

É necessário também que os alunos aprendam sobre os aspectos sociais, culturais e epistêmicos que sustentam as práticas científicas (SILVA; GEROLIN; TRIVELATO, 2018). Isso pode favorecer a sua participação consciente nos processos de tomadas de decisões em torno dos problemas sociais (ROSA; PEREZ; DRUM, 2007), uma vez que a reflexão sobre aqueles aspectos contribui para a compreensão de que a ciência e a sociedade são transformadas e transformadoras uma da outra (SASSERON, 2015).

Essas considerações realçam a perspectiva investigativa como uma alternativa importante para o ensino de Ciências, uma vez que esse ensino é assumido como distinto daquele que comumente tem sido vivenciado nas salas de aula de diferentes níveis de ensino. Isso porque, essa perspectiva busca abarcar e valorizar os objetivos conceituais, epistêmicos e sociais, visto que pressupõe um ambiente de ensino em que os alunos participem ativamente na negociação dos conhecimentos, em diálogo com o desenvolvimento de habilidades próprias da construção desses conhecimentos (CARVALHO, 2018; SILVA; GEROLIN; TRIVELATO, 2018).

A abordagem de ensino de Ciências por investigação busca proporcionar condições para que os alunos produzam, avaliem, legitimem e comuniquem o conhecimento socialmente construído (KELLY 2008). Isso se dá pela promoção de ambientes argumentativos em processos de resolução de problemas nos quais os alunos elaboram hipóteses, reconhecem afirmações contraditórias e as evidências que dão ou não suporte a essas afirmações (CARVALHO, 2004).

Diante do exposto, fomos motivadas a propor sequências de ensino investigativas, destinadas aos primeiros anos do nível Fundamental, por acreditarmos que o envolvimento ativo dos alunos desse nível de ensino com a investigação de problemas autênticos (que proporcionam aos alunos a vivência de situações a partir das quais eles têm contato e desenvolvem conhecimentos e habilidades próprios à ciência) e no processo de construção de conhecimentos, pode estimular a

curiosidade, a perspicácia e a desinibição próprias dessa faixa etária e tão necessárias à aprendizagem de Ciências.

Se o primeiro contato das crianças com a ciência for prazeroso e permitir que participem do processo de negociação e de legitimação dos conhecimentos no plano social da sala de aula, a probabilidade disso auxiliá-las nos anos posteriores da sua escolaridade será grande (CARVALHO, 1998; LIMA; MAUÉS, 2006; SASSERON; CARVALHO, 2008). Por isso, nosso objetivo central neste trabalho foi de *analisar os impactos da elaboração e do desenvolvimento de Sequências de Ensino Investigativas (SEI) em uma escola de Ensino Infantil e Fundamental*.

Com tal foco, desenvolvemos nossa pesquisa e elaboramos este documento, que está organizado da seguinte maneira: inicialmente, dialogamos com alguns referenciais da literatura sobre o ensino de Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental, destacando o que as pesquisas vêm apontando a respeito das limitações nas estratégias de ensino utilizadas pelos professores nesse nível de ensino e sobre as crenças dos professores que sustentam essas limitações. Apontamos o ensino de Ciências por investigação como uma abordagem por meio da qual mudanças nas maneiras de se ensinar e aprender Ciências podem ser vislumbradas, expondo o histórico dessa abordagem de ensino, os consensos estabelecidos e algumas possibilidades de organização de um ensino investigativo. A partir disso, assumimos a perspectiva de ensino por investigação de Anna Maria Pessoa de Carvalho, por considerarmos que tal perspectiva auxilia no planejamento de atividades que possibilitam aos alunos uma aprendizagem realmente significativa de Ciências, ao se envolverem em atividades coerentes com as práticas desenvolvidas pelos cientistas.

Após a fundamentação teórica, trazemos os objetivos gerais e específicos desta pesquisa e, em seguida, descrevemos o contexto no qual foram elaboradas e desenvolvidas as sequências de ensino, caracterizamos os sujeitos pesquisados e o local da pesquisa e especificamos os procedimentos metodológicos adotados para coleta e análise dos dados.

Dividimos a seção que trata dos resultados e sua discussão em duas partes. Na primeira, caracterizamos os graus de aberturas das SEI propostas, conforme os parâmetros apontados nas referências nas quais nos fundamentamos. Na segunda parte, buscamos identificar e evidenciar os impactos do desenvolvimento das SEI na

comunidade escolar pesquisada, em uma análise interpretativa dos indícios identificados ao longo de todo o processo.

Por fim, tecemos conclusões de nossa análise, a fim de responder as questões desta pesquisa e tecemos algumas reflexões de suas implicações para o ensino e para a pesquisa da área.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O Ensino de Ciências no Nível Fundamental

O Ensino Fundamental, que anteriormente contemplava os alunos de 7 a 14 anos de idade, nas chamadas 1^a a 8^a séries, passou a contemplar alunos de 6 a 14 anos cursando do 1^o ao 9^o anos, a partir da aprovação da Lei nº 11.274, de 6 de fevereiro de 2006. Esta lei alterou a redação da LDB (Lei de Diretrizes e Bases, 1996) e incluiu os alunos de 6 anos de idade, determinando, portanto, que esse nível de ensino tenha duração de nove anos. As escolas tiveram como prazo limite para a implementação o ano de 2010.

No ano de 2013, o Ministério da Educação e da Cultura (MEC), publicou as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (DCN), estabelecendo bases comuns nacionais para a Educação Infantil, o Ensino Fundamental e o Ensino Médio. Esse documento apresenta para a etapa do Ensino Fundamental, as “*Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental de 9 (nove) anos*” e define que os sistemas de ensino não apenas incorporem no primeiro ano o currículo da Pré-Escola ou que trabalhem com as crianças de 6 anos, conteúdos que já eram desenvolvidos com as crianças de 7 anos, mas que criem novos projetos políticos-pedagógicos. Além disso, segundo as DCN, esses projetos políticos-pedagógicos devem considerar que os alunos atribuam sentidos à natureza e à sociedade nas práticas sociais que vivenciam, construindo suas identidades pessoais e sociais (BRASIL, 2013).

Entretanto, diferentemente do que é preconizado por instrumentos normativos brasileiros como as DCN, no que tange às estratégias metodológicas comumente adotadas em salas de aula, diversas pesquisas têm mostrado a ineficácia e a baixa qualidade do ensino (CURY, 2014; SCHWARTZMAN, 2005; TRAVITZKI, 2017). Em especial, no que se refere ao ensino de Ciências, a maneira como os conceitos são ensinados nas escolas se encontra distante do contexto e dos condicionantes que lhe deram origem, são tomados por meio de definições e verdades plenas e sem um diálogo entre as teorias e evidências que sustentam as afirmações científicas. Isso resulta em memorizações mecânicas de conceitos descontextualizados, que pouco (ou em nada) contribuem para a mencionada atribuição de sentidos à natureza e à sociedade pelos alunos (LIMA; MAUÉS, 2006; LONGHINI, 2008; MUNFORD; LIMA, 2007).

Algumas pesquisas que investigam os pontos de vista dos professores podem servir para justificar esse panorama, que também caracteriza o ensino de Ciências no nível Fundamental. Longhini (2008), por exemplo, destaca que os professores acreditam que basta falar o conteúdo presente no livro didático ou dar a resposta, para que os alunos desse nível de ensino aprendam Ciências. Rosa, Perez e Drum (2007), em uma pesquisa realizada com 34 professores dos primeiros anos do Ensino Fundamental, mostraram que estes professores assumiam que a disciplina de Ciências contemplava, exclusivamente, conhecimentos do domínio da Biologia, mas não da Física e da Química.

Lima e Maués (2006) evidenciaram que alguns professores apresentam certa relutância em ensinar ciências por acreditarem que não é necessário ensinar tais conteúdos tão cedo ou porque, como pedagogos, não se sentiam autorizados a ensinar Ciências, uma vez que, segundo eles, quem conhece Ciências são os biólogos, físicos e químicos. Além disso, os autores apontam que as estratégias mais utilizadas pelos professores para ensinar Ciências às crianças são: dar menos ênfase aos conteúdos ligados à área de Ciências da Natureza; seguir o livro didático passo a passo; preferir aulas expositivas, evitando assim os questionamentos das coisas pelos alunos; e restringir as aulas de Ciências àquelas de cunho teórico (raramente eles desenvolvem aulas experimentais). Quanto a este último ponto, quando das poucas vezes que os professores levam a experimentação para a sala de aula, ela é realizada de maneira comprobatória, com resultados muitas vezes previsíveis, com o intuito de fixar conteúdos e sem a atuação dos alunos. Isso se justifica pelo fato dos professores julgarem que eles são “pequenos” demais para manipularem os aparatos necessários aos experimentos.

Outros motivos que dificultam a promoção da experimentação nas aulas de Ciências dos anos iniciais são: a falta de preparo dos professores durante a sua formação acadêmico profissional; a ausência de um trabalho colaborativo que envolva toda a comunidade escolar; a falta de planejamento que possibilite realizar essas atividades no tempo disponível de aula; e a compreensão limitada de que a experimentação se restringe à realização de atividades práticas de laboratório (RAMOS; ROSA, 2008; SILVA; MACHADO; TUNES, 2010).

Conforme apontam Gil-Pérez et al. (2001), a ideia de atividade científica estritamente ligada à experimentação, atribui uma visão ingênua da ciência, como sendo desenvolvida a partir de etapas e regras imutáveis e caracterizada como exata

e isenta de erros. Isso leva-nos à reflexão de que problemas relativos ao domínio de conteúdo, existem em todos os níveis de ensino, desde o infantil até o ensino superior; por isso, para além de dominar apenas os conteúdos conceituais, para se ensinar e aprender Ciências é preciso compreender também os modos de fazer ciência, as atitudes e os procedimentos vinculados a este processo (SASSERON; DUSCHL, 2016).

Carvalho (2004, 2012) também defende que é necessário conjugar as dimensões conceituais com as procedimentais e atitudinais no ensino e na aprendizagem de Ciências. Para a autora, não se pode admitir que a dimensão conceitual se refira apenas à compreensão dos conceitos científicos sem que estes estejam associados aos aspectos tecnológicos, sociais e ambientais. Para a autora, a dimensão procedimental está ligada às oportunidades que os alunos têm de construir os conteúdos conceituais, isto é, quando eles participam do processo de construção do conhecimento daquela comunidade científica no contexto escolar. Assim, sob essa perspectiva, o ensino de Ciências visa a *“aculturação científica”*, em oposição à *“acumulação científica”*.

A dimensão atitudinal tem relação com a democracia e a moral, na qual o professor necessita planejar *“atividades que levam os alunos à tomada de decisões fundamentadas e críticas sobre o desenvolvimento social”* (CARVALHO, 2012, p. 33) e, inclui a aprendizagem de moral por meio da consideração de aspectos como a importância do lugar de fala e do trabalho colaborativo. Ela também evidencia que esses três tipos de conteúdo devem aparecer simultaneamente nas propostas. Mesmo que em algumas atividades algum conteúdo sobressaia em relação aos outros (CARVALHO, 2012).

Nessa perspectiva, o ensino de Ciências no nível Fundamental (e nos demais níveis) precisa de renovação e, para isso, é preciso renovar não só em termos de conteúdo, mas também das estratégias que frequentemente são adotadas (ROSA; PEREZ; DRUM, 2007).

Por outro lado, Ramos e Rosa (2008) revelam que as pesquisas voltadas à necessidade de novas metodologias no ensino de Ciências no nível Fundamental são escassas. Segundo esses autores, o foco de ensino nas séries iniciais tem sido as linguagens verbal e escrita e a matemática, deixando os objetivos associados à alfabetização científica relegados a um segundo plano.

Viecheneski e Carletto (2013) discutem que a educação científica desde a infância é a peça-chave da inserção dos alunos na cultura científica. Essa educação, dependendo de seus propósitos, pode contribuir para a formação de cidadãos críticos e conscientes de suas decisões, tendo em vista uma melhor qualidade de vida para si e para os outros.

Pelo exposto, fica evidente a necessidade de metodologias de ensino que contemplem esses objetivos e de professores preparados para fazer uso de práticas e estratégias de ensino que possibilitem às crianças interagir, explorar e experimentar o mundo natural. Necessitam-se fazer presentes, práticas que favoreçam a ampliação dos conhecimentos prévios e preparem as crianças para começar a se familiarizarem com os termos e as práticas científicas (CARVALHO, 1998).

Ensinar Ciências no nível Fundamental está atrelado também à importância do desenvolvimento das crianças. Neste processo, os professores, como “companheiros de viagem”, têm a função de auxiliá-las a darem sentido ao mundo a sua volta, oportunizando que elas expressem seus pensamentos, questionamentos e suas explicações (LIMA; MAUÉS, 2006).

Esses mesmos autores atribuem à investigação no Ensino Fundamental um papel relevante no desenvolvimento das crianças, uma vez que elas têm grande curiosidade sobre o mundo, não se cansam de perguntar o *por quê*, falam sem medo ou vergonha de errar e estão sempre abertas para ouvir explicações diferentes das delas. Dessa forma, elas interagem, exploram e experimentam o mundo natural a partir de questões-problemas que, orientadas e acompanhadas pelo professor, podem contribuir para a construção de novos conhecimentos.

Nesse processo, de acordo com Lima e Maués (2006), os conceitos, sejam eles cotidianos ou científicos, não são incorporados pelas crianças de forma espontânea, mas sempre mediados. Os conceitos cotidianos surgem da reflexão das crianças sobre suas experiências cotidianas e a mediação do adulto ocorre naturalmente pela convivência; ou seja, elas apenas relacionam as palavras ensinadas aos objetos, mas sem a consciência de seus conceitos. Já os conceitos científicos, ressignificam e potencializam as ideias cotidianas, uma vez que existe uma relação de palavras com outras palavras para que os conceitos, que partem dos mais simples aos mais complexos, sejam incorporados à consciência das crianças.

A partir do entendimento de que os conceitos cotidianos são o meio para o desenvolvimento dos conceitos científicos e de que os professores precisam mediar,

de maneira intencional, esse desenvolvimento, um ensino de Ciências como um “processo de socialização e de enculturação” precisa ser vislumbrado (SASSERON; DUSCHL, 2016). Esse processo, torna a sala de aula um espaço de interações socioculturais, onde a linguagem e a formação de conceitos são elementos fundamentais para a construção compartilhada dos conhecimentos *de e sobre* Ciências (LIMA; MAUÉS, 2006).

Nesse sentido, como mencionado, o papel que os professores exercem no desenvolvimento da criança é justamente o de mediar o processo que vai abrindo caminho para o desenvolvimento dos conceitos científicos. Fazer isso demanda dos professores saberes ou vivências que não se restringem àqueles da ordem de conhecimentos específicos, mas abrangem também aqueles sobre o mundo da criança e seus modos de dizer e aprender (LIMA; MAUÉS, 2006).

Santana, Capecchi e Franzolin (2018), ao acompanharem as aulas de algumas professoras dos anos iniciais, as quais implementaram o ensino por investigação, concluíram que elas conseguiram em suas aulas relacionar o experimento a um problema real, trabalhar questões sobre a natureza da ciência, iniciar investigações a partir de situações observadas pelos alunos, realizar atividades investigativas em ambientes externos, bem como, trabalhar com atividades experimentais em escolas sem laboratório.

Constatações como a desse estudo nos levam a defender que o que os professores dos anos iniciais do nível Fundamental carecem não é serem especialistas em domínios do conhecimento científico – especialmente porque, nesse nível de ensino, não há a necessidade de quantificar os fenômenos por meio de fórmulas e de cálculos elaborados, nem de se estabelecer múltiplas relações ou almejar compreensões no nível submicroscópico (LIMA; MAUÉS, 2006). Apesar da inegável importância do conhecimento de conteúdo dos professores, este, por si só, não é suficiente para que se ensine e aprenda Ciências. É preciso que os professores aprendam também a promover práticas científicas por meio do debate e da fundamentação de ideias sobre os fenômenos, processos, objetos e eventos em suas salas de aula.

2.2 Ensino de Ciências por Investigação

2.2.1 Fundamentos

Diante do panorama apresentado, emerge a necessidade da implementação de um ensino que permita aos alunos se envolverem com problemas autênticos, a partir dos quais eles têm a ocasião de desenvolver conhecimentos e habilidades da própria ciência (SASSERON; CARVALHO, 2008).

Neste sentido, de acordo com Azevedo (2004), os alunos aprendem mais sobre Ciências quando desenvolvem práticas semelhantes às aquelas realizadas nos laboratórios de trabalhos científicos, pois é a partir da observação, da ação e da comunicação que eles podem perceber que os conhecimentos científicos são construídos e têm natureza dinâmica e aberta.

Para isso, os alunos precisam se envolver em e se apropriar de práticas epistêmicas em aulas de Ciências problematizadoras, que promovam o diálogo e incentivem a comunicação e a justificação de ideias, a análise crítica destas ideias e a legitimação de conhecimentos no plano social da sala de aula (KELLY, 2008). Em nossa visão, o ensino de Ciências por investigação pode cumprir esse papel de permitir que a sala de aula se torne um espaço de interações discursivas em que as práticas epistêmicas são promovidas.

De acordo com Munford e Lima (2007), existem alguns autores que afirmam não haver nada de novo em fazer investigações nas aulas de Ciências, pois investigar sempre foi natural e fundamental para compreender o mundo. As autoras criticam essa visão declarando que isto pode levar ao entendimento de que seja simples reverter o ensino do tipo "transmissão-recepção", além de levar os professores a achar que quaisquer experimentações são investigativas.

Essas mesmas autoras apontam que, diferentemente do Brasil, o ensino de Ciências por investigação já está bem estabelecido na Europa e América do Norte. No entanto, apesar de ainda ser pouco discutido em nosso país, o interesse por essa abordagem vem crescendo. Rodrigues e Borges (2008) justificam esse atraso pelo fato dessa abordagem de ensino só ter começado a ser amplamente discutida no Brasil após a criação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) no final da década de 1990.

No âmbito mundial, o ensino de Ciências por investigação teve início ainda no final do século XIX, recebendo grande influência do filósofo John Dewey. A principal

crítica deste, era a de que o ensino de Ciências da sua época, enfatizava a ciência como um acúmulo de informações acabadas em lugar de promover a autonomia dos alunos (RODRIGUES; BORGES, 2008).

Dewey foi o primeiro a propor a investigação nas salas de aula, defendendo um ensino a partir do qual os alunos adquirissem habilidades necessárias para a resolução de problemas de interesse social (SANTANA; CAPECCHI; FRANZOLIN, 2018; ZÔMPERO; LABURÚ, 2011). Porém, o uso que ele fazia da expressão “experiência” naquela época, ganhou interpretações controversas e suas ideias foram usadas para justificar a necessidade de atividades de laboratório no ensino (RODRIGUES; BORGES, 2008).

Ao defender que experiência e aprendizagem não podem ser separadas, o que Dewey considerava é que as experiências são adquiridas constantemente no dia a dia e que, portanto, quando chegam à escola, as crianças já vivenciaram diversas experiências, que serão reconstruídas no ambiente escolar por meio de reflexões sobre as relações dos elementos com o mundo. Assim, para ele, a educação é uma contínua reorganização das experiências cotidianas e a investigação auxilia nessa reorganização e na melhoria da qualidade dessas experiências para novas aprendizagens (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011).

Contrariamente à visão de Dewey (que criticava a excessiva ênfase do ensino em fatos), nesse período, os autores que defendiam a essencialidade do laboratório nos processos investigativos (Herbert Spencer, Charles Eliot, Herbart, entre outros), tinham a ideia de uma ciência indutiva. Eles consideravam a existência de um método científico de investigação, constituído de etapas que deveriam ser seguidas no ensino: observação, controle e previsão; e argumentavam que as atividades práticas, estruturadas a partir dessas etapas, poderiam favorecer a melhor compreensão dos fenômenos naturais (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011).

Como discutido anteriormente, atribuir o ensino de Ciências apenas à experimentação em aulas práticas pode ser um problema, porque muitas vezes a experimentação nas escolas se caracteriza por um acúmulo de observações e anotações de dados empíricos (ZYTKUEWISZ; BEGO, 2018), desconsiderando-se que as hipóteses (elaboradas a partir de “lentes teóricas”) são orientadoras de todo o processo e recusando a criatividade, as tentativas e a dúvida. Essas práticas podem levar os alunos a crer que a ciência é algo reservado a minorias – sobretudo homens, dotados de inteligência superior e desempenho acadêmico impecável –, transmitindo

uma visão negativa e claramente discriminatória do trabalho científico (GIL-PÉREZ et al., 2001).

Zytkuewicz e Bego (2018), nos chamam a atenção para a importância da compreensão do erro no processo de produção do conhecimento e criticam essa visão rígida da ciência (como era defendida no início do século passado). Eles afirmam que o erro é crucial no desenvolvimento e construção dos saberes científicos, pois proporciona um momento para que haja uma reflexão crítica por parte dos alunos, bem como, auxilia a romper com a ideia de que o erro é sinônimo de falha ou fracasso.

Decerto, quando os professores trabalham pedagogicamente o erro, permitem que os alunos conheçam as limitações da ciência, sem que haja uma interpretação simplista da evolução dos conhecimentos científicos (uma visão acumulativa e de crescimento linear da ciência). Isso pode favorecer o reconhecimento por eles de que existem frequentes confrontações entre teorias rivais e remodelações profundas nesse processo (GIL-PÉREZ et al., 2001).

Não estamos querendo com essas colocações, dizer que o ensino de Ciências não deva contemplar atividades experimentais. O que queremos destacar são as atribuições equivocadas e limitadas acerca do ensino de Ciências por investigação, a partir das quais muitos professores atribuem à experimentação uma perspectiva dogmática e fechada, sem reconhecer a necessária participação central dos alunos para a resolução de problemas.

Segundo Rodrigues e Borges (2008), essa visão fechada e neutra da ciência ganhou ênfase em meados de 1950, quando as reformas curriculares, principalmente dos Estados Unidos, tinham como objetivo que os alunos aprendessem Ciências, tal como ela é praticada pelos cientistas. Isto é, a investigação foi vista como um “ensino por descoberta” e os alunos como mini cientistas. Os pesquisadores que defendiam tal posição, declaravam que o ensino de Ciências havia perdido seu rigor e que, por isso, seria necessário que se ensinasse os processos da ciência aos alunos.

Somente com as ideias construtivistas, que ganharam força na década de 1970, é que o ensino por investigação voltou a ser visto como uma possibilidade dos planos de ensino contemplarem a aprendizagem de conteúdos científicos, de valores culturais e de envolverem processos de tomada de decisões no dia a dia. Sob essa perspectiva, os aspectos sociais relativos ao desenvolvimento científico e tecnológico ganharam relevância na educação em Ciências e as atividades investigativas passaram a ser vistas como orientadoras da pesquisa pelos alunos sobre os meios

sociais transformados e transformadores pela e da ciência e da tecnologia (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011).

Rodrigues e Borges (2008) afirmam que, nessa perspectiva, coletar dados, interpretá-los e comunicar os resultados continuou sendo de interesse no ensino, contudo, ao invés de etapas rigorosas a serem seguidas, essa visão do ensino de Ciências por investigação priorizava que os processos da ciência fossem utilizados para resolver problemas da vida cotidiana, por exemplo.

Já em 1996, foi elaborado nos Estados Unidos, o documento *National Science Education Standards* (Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências), o qual constituiu um marco do ensino por investigação, com a proposição de estratégias para que os professores trabalhem essa abordagem em suas salas de aula. Esse documento organizado em oito parâmetros (Conceitos Unificadores; Ciências Físicas; Ciências Biológicas; Ciências da Terra e do Espaço; Ciência e Tecnologia; Ciências sob a perspectiva pessoal e social; História e Natureza da Ciência; e parâmetros voltados especificamente para o ensino de Ciências por investigação), traz como uma das características cruciais do ensino de Ciências, a adequação das práticas científicas considerando-se as especificidades do contexto escolar e serve como base para diversas propostas sobre ensino por investigação, existentes atualmente (MUNFORD; LIMA, 2007).

Embora o ensino de Ciências por investigação tenha sofrido mudanças ao longo dos anos e tenha ganhado contribuições significativas como essa dos Parâmetros Curriculares dos Estados Unidos, ainda não existe uma definição única e precisa para ele (SÁ et al., 2007), assim como há uma gama de visões acerca de como trabalhar essa abordagem (MUNFORD; LIMA, 2007).

Isso não significa que certos consensos não tenham sido estabelecidos. Apesar das diferentes propostas existentes para se organizar o ensino por investigação, Zômpero e Laburú (2011), ao buscarem por esses consensos entre pesquisadores da área, apresentam que os autores analisados concordam que, no ensino por investigação, deve haver: (i) um problema a ser investigado; (ii) a expressão de hipóteses; (iii) o planejamento da investigação; (iv) uma coleta de dados; (v) a interpretação das informações; e (vi) a comunicação dos resultados (conclusões).

Munford e Lima (2007) discutem também que as diversas visões acerca do ensino por investigação têm uma mesma preocupação quanto ao distanciamento da ciência que é ensinada nas escolas das práticas que são realizadas nos laboratórios

de pesquisa. Por outro lado, as autoras apontam também a preocupação comum de considerar que no ensino de Ciências por investigação não se espera que os alunos se comportem como cientistas mirins, uma vez que há diferenças essenciais entre a Ciência ensinada nas escolas e a desenvolvida por cientistas.

De acordo com elas, é preciso aproximar o ensino de Ciências da prática dos cientistas, sem banalizar ou criar uma visão estereotipada da ciência, levando em conta as características particulares do contexto escolar (por exemplo, os fatos de que os alunos trabalham com poucas variáveis, têm passos pré-estabelecidos etc.) e o seu objetivo central (que os alunos aprendam os conceitos e teorias científicas em meio a elementos essenciais de seu contexto de produção).

Sasseron e Carvalho (2008) definem o ensino de Ciências por investigação, na perspectiva de um ensino “*capaz de fornecer aos alunos não somente noções e conceitos científicos, mas também a possibilidade de ‘fazer ciência’, sendo defrontados com problemas autênticos nos quais a investigação seja condição para resolvê-los*” (SASSERON; CARVALHO, 2008, p. 335–336).

À vista disso, só haverá aprendizagem se houver ação dos alunos durante a resolução desses problemas. Dessa forma, os alunos devem refletir, buscar explicações e participar de um processo que leve à sistematização do conhecimento (AZEVEDO, 2004). Nesse processo, o professor é um guia que propõe e discute questões, auxilia no estabelecimento das relações entre as evidências e as explicações teóricas e possibilita a argumentação entre os pares (MUNFORD; LIMA, 2007).

Sasseron (2015), destaca que o ensino por investigação não é uma estratégia de ensino, mas uma abordagem didática, uma vez que é capaz de englobar diversas estratégias (desde que essas estratégias não personifiquem o papel do aluno a apenas ouvir e copiar o que o professor propõe) sob as mais diversas formas e para diferentes conteúdos. Sasseron (2015), também complementa que o ensino por investigação possibilita o desenvolvimento da Alfabetização Científica em sala de aula, uma vez que as atitudes de caráter crítico, social e racional podem ser colocadas em prática conjuntamente, auxiliando a aprendizagem dos conteúdos científicos.

A Alfabetização Científica é entendida por Sasseron (2015), como um *processo*, pois segundo a autora a alfabetização é contínua e deve estar sempre em construção, assim como a própria ciência. Desse modo, a autora considera que a Alfabetização Científica envolve o desenvolvimento das capacidades de análise e de

avaliação de situações que permitam a tomada de decisão e o posicionamento, a partir dos conhecimentos científicos, sejam estes conceitos da própria ciência ou os aspectos do fazer científico.

Em um trabalho anterior, Sasseron (2008) esclarece que o objetivo da alfabetização científica é de um ensino que permita aos alunos:

Interagir com uma nova cultura, com uma nova forma de ver o mundo e seus acontecimentos, podendo modificá-lo e a si próprio através da prática consciente propiciada por sua interação cerceada de saberes de noções e conhecimentos científicos, bem como das habilidades associadas ao fazer científico (SASSERON, 2008, p. 12).

Devido às dificuldades na tradução do termo “*Scientific Literacy*” para a língua portuguesa, alguns pesquisadores em lugar de utilizarem a expressão “alfabetização científica”, adotam o termo “letramento científico”, enquanto outros usam “enculturação científica” (SASSERON, 2008). Apesar da variedade semântica, o significado de alfabetização científica adotado por Sasseron (2008; 2015) vai ao encontro daquele adotado por autores que fazem uso das expressões letramento ou enculturação, que se afasta de uma perspectiva acrítica de alfabetizar alunos isentos de conhecimentos de e sobre ciência.

Sadler (2011), por exemplo, defende o letramento científico na perspectiva de que, o principal objetivo da educação científica seja o de apoiar o desenvolvimento dos alunos como cidadãos mais críticos. Para o autor, os alunos são letrados cientificamente quando são capazes de confrontar, negociar e tomar decisões advindas de situações cotidianas que envolvam a ciência.

Sadler (2011) esclarece que ao propor que o principal objetivo do ensino de Ciências seja o de promover a cidadania, não se quer dizer com isso que a aprendizagem dos conceitos científicos e de habilidades de práticas da ciência não sejam desejáveis no ensino, uma vez que para engajar-se em práticas científicas é necessário que os alunos compreendam as teorias e os princípios da ciência, bem como, para que os alunos sejam melhores cidadãos também é necessário entendimentos mais sofisticados das práticas e dos princípios teóricos da ciência. No entanto, ele ressalta que existe uma importante diferença entre aprender as ideias e as práticas da ciência apenas pelo seu valor intrínseco e preparar melhores cidadãos para debaterem as questões do meio social com criticidade e responsabilidade.

Nessa perspectiva, o autor defende que o letramento científico auxilie:

No desenvolvimento de todos os alunos como cidadãos preparados para engajar de maneira consciente nos discursos da sociedade moderna. Dado o papel da ciência na sociedade moderna, produtos, práticas e ideias científicas são aspectos essenciais desses discursos (SADLER, 2011, p. 2, tradução nossa).

Na mesma direção, Mortimer e Machado (2001), usam “enculturação” baseando-se na ideia de que as Ciências sejam também uma forma de cultura, assim como as culturas sociais, religiosas e históricas e, objetivam um ensino que dê condições de inserir os alunos nessa cultura. De acordo com esses autores:

Aprender Ciências é visto como um processo de ‘enculturação’, ou seja, a entrada numa nova cultura, diferente da cultura de senso comum. Nesse processo, as concepções prévias dos estudantes e sua cultura cotidiana não têm que, necessariamente, serem substituídas pelas concepções da cultura científica. A ampliação de seu universo cultural deve levá-lo a refletir sobre as interações entre as duas culturas, mas a construção de conhecimentos científicos não pressupõe a diminuição do status dos conceitos cotidianos, e sim a análise consciente das suas relações (MORTIMER; MACHADO, 2001, p. 109).

Em suma, diferentemente das visões predominantes no início do século XX, o ensino de Ciências por investigação que visa a alfabetização científica, não busca preparar cientistas. Essa perspectiva na qual nos fundamentamos, embora muitas vezes se utilize de termos distintos, parte do pressuposto de que o ensino de Ciências precisa contemplar uma aprendizagem dos conteúdos científicos atrelada aos procedimentos e processos próprios da ciência, não apenas os de observação e manipulação.

Sob essa perspectiva, os alunos precisam desenvolver, além de rigor na descrição dos dados, capacidades argumentativas e críticas relativas ao processo de investigação, como também sobre o mundo que os cerca. Por meio dela, leva-se em conta os conhecimentos anteriores dos alunos, sem a ideia de que esses conhecimentos prévios deverão ser abandonados, mas que serão o ponto de partida para a construção de novos conhecimentos durante a inserção dos alunos na *cultura científica escolar*.

2.2.1.1 Fases

Como discutido, o ensino de Ciências por investigação pode favorecer a apropriação das práticas epistêmicas e a criação de um ambiente em que os alunos têm papel ativo nas aulas (SILVA; GEROLIN; TRIVELATO, 2018; ZÔMPERO; LABURÚ, 2011). Entretanto, faz-se necessário que as atividades investigativas sejam planejadas de forma a possibilitar que os alunos reflitam, discutam, expliquem e relatem sobre o que lhes foi proposto. Portanto, é importante que as atividades sejam estruturadas de modo que eles compreendam a razão de estarem investigando determinado fenômeno, processo, sistema, objeto ou ideia (SÁ et al., 2007).

Diante das diferentes possibilidades de organização que o ensino por investigação pode ter, Pedaste et al. (2015), após realizarem um amplo estudo de revisão da literatura sobre os elementos considerados importantes no processo de aprendizagem por investigação, apresentam uma estrutura que contempla e sintetiza os pontos fortes de estruturas já existentes (vide figura 1).

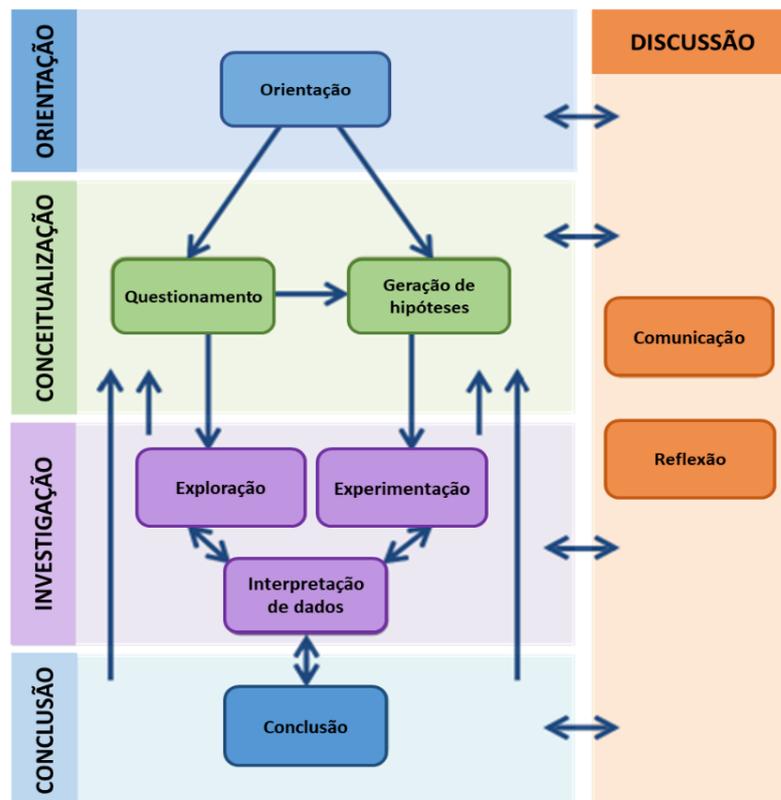


Figura 1: Estrutura de aprendizagem baseada em investigação (PEDASTE et al., 2015, p. 56).

Essa estrutura consiste em cinco fases gerais e algumas subfases. Essas fases são ordenadas, mas isso não quer dizer que formam um caminho linear a ser

percorrido pelos alunos. Uma única fase pode se conectar a várias outras fases, formando vários ciclos de investigação que podem ser organizados com diferentes caminhos a serem seguidos, dependendo das situações específicas de aprendizagem propostas pelos professores.

Em termos gerais, Pedaste et al. (2015), explicam da seguinte maneira cada uma dessas diferentes fases e suas subfases:

- *Orientação*: inicialmente o professor deve introduzir a temática a ser trabalhada, contextualizando o problema que será investigado, pois é necessário que, antes de começar a investigar, os alunos compreendam os conceitos pertencentes ao problema para que se engajem durante o desenvolvimento das aulas. Assim, durante esta fase devem ser valorizadas as concepções e a curiosidade dos alunos.
- *Conceitualização*: nesta fase, é estabelecido o problema, que pode ser fornecido pelo professor ou definido pelos alunos. O problema pode ser proposto por meio de uma questão de pesquisa específica ou uma questão mais aberta sobre um domínio específico. De acordo com os autores, o problema é que dá todo o sentido à investigação e, por isso, é muito importante que os alunos identifiquem os elementos que o constituem e proponham ideias, que devem ser exploradas. Assim, a segunda fase se divide em duas subfases: o *Questionamento* e a *Geração de hipóteses*.

Depois de introduzido o tópico a ser investigado, os alunos podem: (i) levantar questões a partir da questão inicial e assim começar a explorar/observar os fenômenos; como também, podem (ii) gerar hipóteses a partir da questão inicial e partir para a experimentação; ou a abordagem pode incluir os dois processos anteriores, ou seja, (iii) os alunos podem formular questões e, em seguida, produzir hipóteses com base nelas.

Segundo os autores, ambas as subfases contêm variáveis dependentes e independentes e, de modo geral, há uma sobreposição entre as duas. Mas, embora semelhantes, há uma importante diferença entre elas: enquanto questionar se caracteriza por colocar perguntas a serem investigadas, hipotetizar é propor uma afirmação ou um conjunto de afirmações.

- *Investigação*: Esta fase envolve a ação dos alunos na coleta e análise dos dados para responder as questões propostas. A coleta de dados está relacionada aos processos de explorar ou experimentar; por outro lado, a análise dos dados se dá

posteriormente à coleta. Assim, esta fase apresenta três subfases: *Exploração*, *Experimentação* e *Interpretação de dados*.

- Na *Exploração*, não há a necessidade de expor hipóteses, pois esta subfase objetiva encontrar, a partir do processo de observação, possíveis relações entre as variáveis envolvidas.
- A *Experimentação* dá seguimento à geração de hipóteses, pois os alunos coletam evidências para testar as hipóteses e responder as questões propostas. Os autores ressaltam que essas duas subfases envolvem planejamento, uma vez que, independentemente da investigação envolver experimentação ou observação, é preciso planejar para evitar o uso inadequado de recursos, de tempo e de materiais. Portanto, deve-se pensar nos métodos a serem utilizados, escolher os materiais que farão parte da investigação e definir quais as variáveis serão mantidas constantes e quais devem ser variadas na condução da análise.
- A subfase *Interpretação de dados* destaca-se por ser um passo posterior à *Exploração* ou à *Experimentação*. Após a coleta de dados, os alunos fazem suas primeiras análises de acordo com as estratégias e métodos que foram planejados na subfase anterior.

Dessa maneira, a fase da *Investigação* permite que os alunos relacionem as variáveis, interpretem-nas e retornem à pergunta inicial para elaborarem conclusões.

- *Conclusão*: Nesta fase os alunos comparam os resultados da fase de *Investigação* com as hipóteses formuladas na fase de *Conceitualização*. Eles precisam construir explicações e apresentar suas conclusões para responder o problema que foi proposto. Antes de concluírem os resultados da aprendizagem os alunos podem retornar várias vezes à *Geração de hipóteses* e/ou aos *Questionamentos*; o que envolve reflexões e comunicações.
- *Discussão*: Esta fase é vista externa ao ciclo, uma vez que os processos da fase de discussão acontecem em todas as outras fases. Isto significa que os alunos refletem sobre suas explicações e as apresentam durante toda a investigação e não somente quando sistematizam a aprendizagem sobre os fenômenos estudados. Desse modo, eles são guiados por atividades de reflexão e se comunicam com os pares e com o professor em todo o processo de

aprendizagem, o que evidencia a existência das subfases de *Comunicação* e *Reflexão*.

- A *Comunicação* é facilmente entendida como o processo em que alunos apresentam e comunicam suas explicações para o grupo ou para o professor e articulam seus entendimentos a partir de ideias apresentadas nos momentos de discussões. Essas comunicações acontecem em todo o ciclo de investigação, pois os alunos dialogam durante a resolução do problema e também após o término do ciclo, quando comunicam à turma e ao professor seus aprendizados.
- A *Reflexão* é um processo interno que incentiva a autoconsciência, uma vez que os alunos avaliam o caminho percorrido. Para isso, eles: (i) refletem *na* ação, quando avaliam o processo enquanto conduzem atividades de uma fase específica e (ii) *sobre* a ação, quando avaliam todo o processo após completarem o ciclo investigativo. Nas duas situações, é a partir da reflexão que os alunos revisam as atividades realizadas; seja para retornar a uma fase anterior e mudar o processo, seja para avaliar o processo seguido e mudar o ciclo (ou parte dele) na(s) próxima(s) investigação(ões).

Portanto, as discussões que ocorrem durante cada fase de investigação, refletem a busca pelo aprimoramento na aprendizagem por investigação.

Além da representação dessas diferentes fases e suas subfases, a figura 1 contém um elemento indicativo de possíveis caminhos e retomadas: as setas. Na fase de investigação, por exemplo, as setas bidirecionais indicam que a análise dos dados ocorre num processo que envolve observação e experimentação, sendo essa análise um fator decisivo para continuar a coleta de dados ou seguir para a próxima fase. As setas que retornam às fases anteriores da estrutura, revelam que, se durante a análise dos dados, os alunos considerarem que a coleta de dados não foi satisfatória para confirmar as hipóteses ou responder os questionamentos, eles precisam retornar à fase de *Conceitualização* e reelaborar uma questão ou hipótese. Contudo, voltar alguma fase não é sinônimo de uma investigação mal conduzida; pode ser uma resposta para novas ideias que surgem dos dados coletados.

Pedaste et al. (2015), indicam também três possíveis caminhos que podem ser implementados a partir da estrutura representada na figura 1, a saber:

(a) O caminho pode começar pela *Orientação*, seguir para o *Questionamento*, depois para a *Exploração*, passar para a *Interpretação de dados* (possibilidade do ciclo retornar ao *Questionamento*) e chegar à *Conclusão* (vide representação da figura 2).

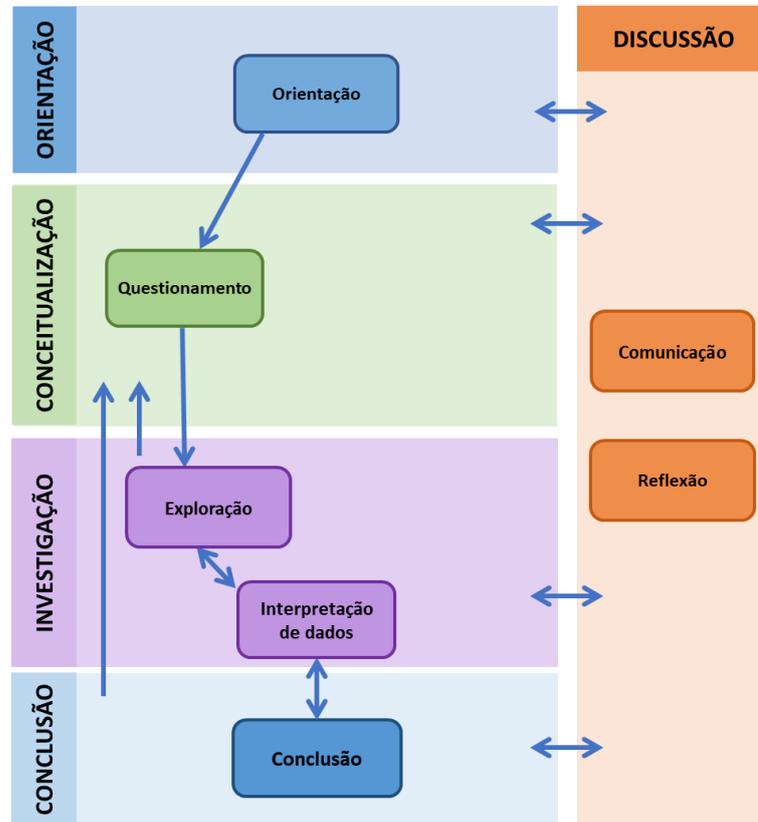


Figura 2: Representação do caminho “a” de investigação. Adaptado de Pedaste et al. (2015, p. 56).

(b) O caminho pode começar pela *Orientação*, seguir para a *Geração de hipóteses*, depois à *Experimentação*, passar para a *Interpretação de dados* (possibilidade do ciclo retornar à *Geração de hipóteses*) e chegar à *Conclusão* (vide representação da figura 3).

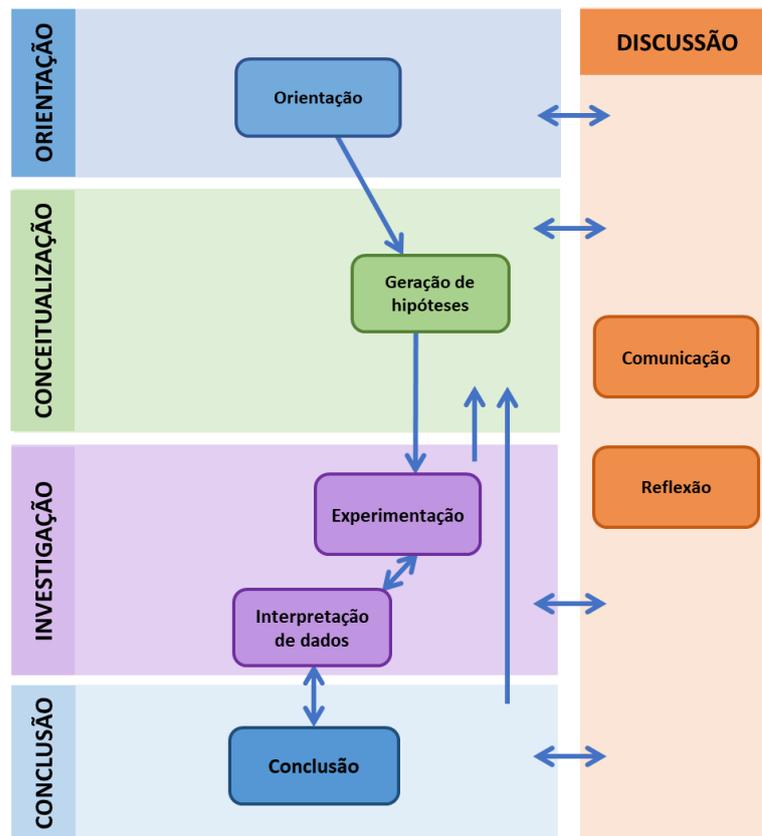


Figura 3: Representação do caminho “b” de investigação. Adaptado de Pedaste et al. (2015, p. 56).

(c) O caminho pode começar pela *Orientação*, seguir para o *Questionamento*, ir para a *Geração de hipóteses*, depois à *Experimentação*, passar para a *Interpretação de dados* (possibilidade do ciclo retornar ao *Questionamento* ou *Geração de hipóteses*) e chegar à *Conclusão* (vide representação da figura 4).

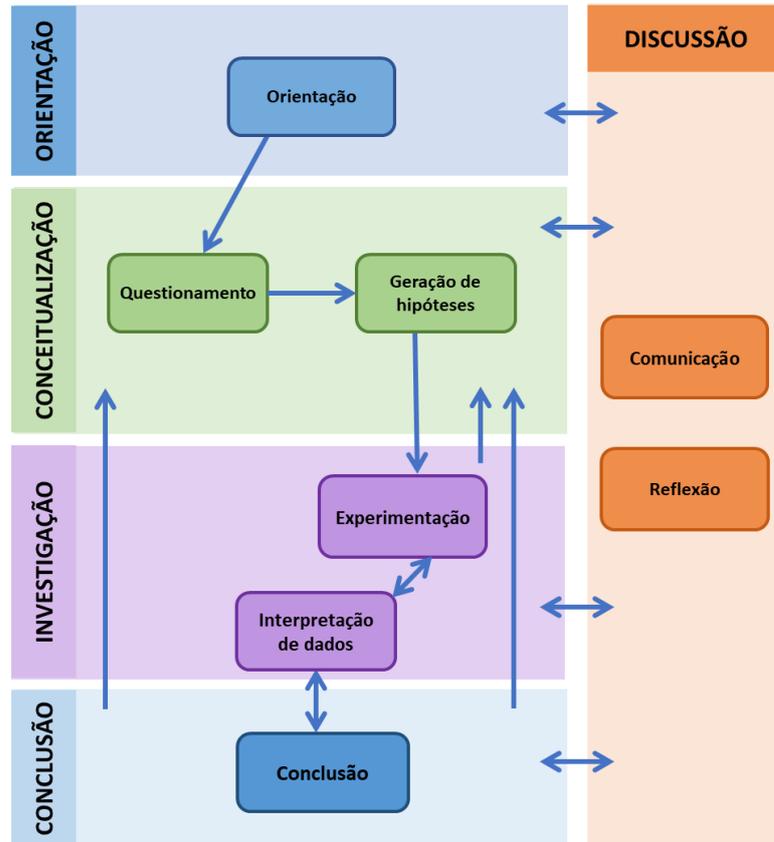


Figura 4: Representação do caminho “c” de investigação. Adaptado de Pedaste et al. (2015, p. 56).

A *Comunicação* e a *Reflexão*, como ressaltado pelos autores, estão presentes em cada uma das fases, independente do ciclo adotado. Além disso, é possível observar que o caminho que a fase de *Investigação* segue (*Exploração* ou *Experimentação*), depende principalmente das ações que são tomadas na *Conceitualização*; o que deixa claro que nem sempre a investigação será experimental – associada, neste caso, às atividades práticas.

Essas fases e seus diferentes caminhos permitem que os professores vislumbrem as várias possibilidades de ações investigativas que podem ser propostas de acordo com as especificidades do contexto escolar e dos objetivos de aprendizagem almejados. Assim, por meio dessa estrutura, os professores de Ciências podem analisar o que é necessário para se iniciar um processo investigativo e as condições necessárias para finalizá-lo, tendo em mente que uma investigação pode variar o seu curso, conforme os objetivos esperados (PEDASTE et al., 2015).

2.2.1.2 Aspectos Essenciais

O ensino de Ciências por investigação não requer necessariamente que as atividades sejam bastante abertas. Há a possibilidade dessas atividades apresentarem variadas estruturas e diferentes níveis de direcionamento e coordenação por parte do professor, o que irá depender das condições do contexto de ensino-aprendizagem.

Os múltiplos níveis de abertura possibilitam a aprendizagem por meio da investigação a alunos de diferentes faixas etárias e com diferentes perfis. Acredita-se que ao vivenciar diferentes situações de aprendizagem, o conhecimento dos conceitos científicos seja mais aprofundado e significativo (MUNFORD; LIMA, 2007).

Diante da importância do processo e do contexto de produção do conhecimento para a aprendizagem de ciências, o documento norte-americano “Investigação e os Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências: Um guia para Ensino e Aprendizagem” (*Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning, National Research Council, 2000*), preconiza que, para ensinar Ciências por investigação não basta que os alunos façam observações e levantem hipóteses; é necessário que eles se apropriem de conceitos e teorias científicas para investigar e explicar os fenômenos; ou seja, o ensino de Ciências por investigação requer que os alunos desenvolvam capacidades e uma melhor compreensão para realizar investigações científicas (MUNFORD; LIMA, 2007).

O documento mencionado apresenta também estratégias para os professores desenvolverem o ensino por investigação nas aulas e propõe cinco aspectos essenciais a essa abordagem de ensino. Com o objetivo de discutir as possibilidades de organização e as diferentes situações de aprendizagem no ensino por investigação, Munford e Lima (2007), propõem diferentes graus de abertura para os cinco aspectos descritos neste documento norte-americano. Apresentamos, a seguir, esses aspectos e seus diferentes níveis de abertura, conforme proposto no trabalho das autoras.

Formulação de perguntas

Segundo as autoras, a problemática a ser investigada pode variar desde questões propostas pelos alunos (maior grau de abertura) até a sua elaboração pelos próprios professores (menor grau de abertura). Além disso, elas apontam que questões do tipo “como”, permitem um maior autodirecionamento dos alunos. Como

indicado no NRC (2000), esse tipo de pergunta é mais adequada do que as questões do tipo “por quê”, pois possibilitam o estabelecimento de relações causais, sem resultar em perspectivas finalistas acerca do mundo.

É natural também que os professores tenham que direcionar mais os seus alunos na elaboração de questões do tipo investigativas. Assim, quando por exemplo, os alunos têm pouca experiência com esse tipo de abordagem, eles podem receber a questão pronta para investigarem.

Construção de evidências

Durante a investigação os alunos devem dar prioridade às evidências empíricas como base para suas explicações; o que envolve a coleta de dados a partir de observações e tomadas de decisões. Recomenda-se também que, como no trabalho científico, os alunos vivenciem as diferentes estratégias de coletas de dados ao longo da educação formal.

Munford e Lima (2007), defendem que essas atividades podem ser estruturadas de diferentes maneiras. Os alunos podem definir quais são as evidências e realizar a coleta de dados, podem ser guiados na coleta de certos dados, podem receber os dados e analisá-los, ou podem também receber os dados e as instruções sobre como analisá-los.

Utilização de evidências nas explicações

Nesse aspecto é proposto que os alunos elaborem suas explicações a partir das evidências coletadas ou fornecidas. Deste modo, os alunos aprenderiam a diferença entre evidência e explicação na construção de um argumento. Pode ser uma oportunidade também para que os alunos criem novas ideias com base nas ideias iniciais.

Nessa categoria os alunos podem formular suas explicações após sintetizarem as evidências, serem guiados para formularem explicações a partir das evidências, receberem possíveis formas de utilizar as evidências para formular explicações ou receberem as evidências.

Avaliação de explicações

Após os alunos elaborarem suas explicações, é necessário que elas sejam avaliadas quanto a sua capacidade de responder o problema. O papel do professor é criar condições para que essas explicações sejam revisadas e, se preciso,

reelaboradas, de maneira que os alunos contrastem suas explicações com as dos colegas e com as explicações científicas.

Deste modo, os alunos podem examinar, de modo independente, outros recursos e estabelecer relações com suas explicações, podem ser direcionados para comparar suas explicações com o conhecimento científico, ou ainda, o professor pode, ele mesmo, introduzir os conceitos e teorias científicas.

Comunicação e justificação de explicações

Os alunos, de alguma forma, devem comunicar e justificar suas explicações para o problema. Isso exige que essas explicações estejam articuladas à questão-problema, aos procedimentos adotados durante a coleta e análise de dados e articuladas às evidências e à revisão delas.

Nessa perspectiva, os alunos constroem argumentos lógicos para apresentarem suas explicações, são instruídos no desenvolvimento da comunicação, são orientados para tornar suas explicações mais precisas ou recebem instruções e procedimentos passo a passo para se comunicarem.

Contudo, nem todos esses aspectos serão incorporados à sequência de aulas investigativas, conforme a situação e, ainda que sejam, variarão quanto ao grau de abertura. Por isso, é necessário que haja um elenco variado de aulas dessa natureza para que se possa trabalhar temas por meio da investigação (MUNFORD; LIMA, 2007). Esses aspectos e suas variações estão sumarizados no quadro 1 a seguir, em que as cores mais fortes representam o maior grau de abertura (maior liberdade concedida ao aluno e menor direcionamento por parte do professor) e quanto mais claras as tonalidades, menor o grau de abertura (menor liberdade concedida ao aluno e maior direcionamento por parte do professor).

Quadro 1: Graus de abertura para os aspectos essenciais do ensino por investigação (MUNFORD; LIMA, 2007, p. 100-101).

ASPECTOS ESSENCIAIS	VARIAÇÕES			
	4	3	2	1
1. Formulação de perguntas	Alunos propõem uma questão	Alunos selecionam questão entre questões previamente propostas, colocam novas questões	Alunos delimitam melhor e tornam mais clara questão fornecida pelo professor, ou por materiais ou outras fontes	Alunos engajam-se com questão fornecida pelo professor, materiais ou outras fontes
2. Construção de evidências	Alunos determinam quais seriam as evidências e realizam coletas de dados	Alunos são direcionados na coleta de certos dados	Alunos recebem dados e têm de analisá-los	Alunos recebem dados e instruções de como analisá-los
3. Utilização de evidências nas explicações	Alunos formulam explicações após sumarizarem as evidências	Alunos são guiados no processo de formulação de explicações a partir de evidências	Alunos recebem possíveis formas de utilizar evidências para formular explicações	Alunos recebem evidências
4. Avaliação de explicações	Alunos examinam independentemente outros recursos e estabelecem as relações com as explicações	Alunos são direcionados para áreas ou fontes de conhecimento científico	Alunos são informados acerca de possíveis conexões	
5. Comunicação e justificação de explicações	Alunos constroem argumentos razoáveis e lógicos para comunicar explicações	Alunos são treinados no desenvolvimento da comunicação	Alunos recebem diretrizes para tornar sua comunicação mais precisa	Alunos recebem instruções passo a passo e procedimentos para se comunicarem
<p>Mais ----- Nível de autodirecionamento dos alunos ----- Menos</p> <p>Menos ----- Nível de direcionamento do professor ou de material ----- Mais</p>				

2.2.2 A Perspectiva de Anna Maria Pessoa de Carvalho e o Papel do Professor

O ensino de Ciências por investigação se apresenta como uma possibilidade para um ensino de ciências que contemple mais do que conceitos e fatos da ciência, que proporcione aos alunos irem além das ações contemplativas e manipulativas, que promova momentos para questionamentos, levantamento de hipóteses, trocas de ideias e sistematização do conhecimento.

Entretanto, essa abordagem só é possível se, de fato, os alunos saírem de uma postura passiva e participarem do processo de aprendizagem, e, para isso, um ambiente rico em interações dialógicas e reflexões precisa ser promovido em sala de aula. Esses são pressupostos essenciais que fundamentam a proposta de ensino de Ciências por investigação de Anna Maria Pessoa de Carvalho, na qual embasamos a nossa pesquisa.

Anna Maria Pessoa de Carvalho é referência no ensino de Ciências por investigação no país e no exterior, pois criou novos temas de estudo e promoveu avanços no conhecimento sobre o ensino de Ciências nos níveis Fundamental e Médio e na formação de professores. Os trabalhos da pesquisadora e de seus colaboradores são baseados em pesquisadores construtivistas e sociointeracionistas e nos servem de suporte para planejar, desenvolver e avaliar as atividades investigativas no ensino.

De maneira mais específica, a abordagem investigativa na perspectiva de Carvalho (1992), se assenta em três pressupostos básicos:

1. O aluno é construtor do seu próprio conhecimento

Segundo a autora, essa deve ser a ideia fundamental de um ensino que vislumbre os alunos como agentes da cognição (CARVALHO, 1992). Para tal, é necessário que eles tenham participação ativa nos processos de negociação do conhecimento em sala de aula, sem a expectativa de se comportarem como cientistas (CARVALHO, 2013).

Isso porque, muitos professores, interpretam erroneamente o significado dos alunos serem os construtores do próprio conhecimento; atribuindo a eles, uma tarefa de descobrir ou inventar os conhecimentos (CARVALHO, 1998). O que se propõe é que os professores promovam interações entre os alunos, envolvendo-os em discussões sobre fenômenos que os cercam, organizando grupos cooperativos e

auxiliando a troca entre eles, para que tomem consciência do que fizeram e como fizeram (CARVALHO, 2011). Isso favorece a apropriação da cultura científica, uma vez que os alunos podem trocar hipóteses e, juntos, rever seus conceitos iniciais.

Sob essa perspectiva de promoção das interações entre os alunos, não se ignora a importância da interação entre professor e alunos. Entretanto, o papel sugerido ao professor é ser um guia que pergunta, encoraja a exploração das ideias e permite que os alunos tenham liberdade intelectual para expor essas ideias; evidenciando assim, a consideração de que os conhecimentos escolares de Ciências, como na ciência, são socialmente construídos (CARVALHO, 1998).

2. O conhecimento é um contínuo (mas não linear)

Para que os alunos construam sua aprendizagem, é necessário que os professores os incentivem, em todas as atividades investigativas, a buscar o que já sabem na tentativa de compreender o que não sabem (ou sabem pouco), uma vez que todo conhecimento é construído a partir do que já se tem conhecimento (CARVALHO, 1992).

Na ciência não é diferente. Cientistas continuamente reconstróem conhecimentos, mas essas reconstruções não são arbitrárias. Não se pode ignorar as crises, as controvérsias e as revoluções que existem no trabalho científico. Os conceitos, muitas vezes, perduram séculos, até que sejam redefinidos. Os cientistas trabalham enfrentando diversas confrontações e os conhecimentos que eles constroem passam por processos complexos e podem resultar em remodelações profundas. Por isto, é muito importante que os professores saibam quais foram as questões, as perguntas e os obstáculos epistemológicos que os cientistas tiveram de superar ao alcançarem novos conhecimentos, para que assim não tenham uma visão simplista e puramente acumulativa da construção dos conhecimentos na ciência (CARVALHO, 1992).

Dessa forma, com o auxílio do professor e a partir das hipóteses e de seus conhecimentos anteriores, os alunos precisam ter condições de construir significados importantes do mundo científico, permitindo que novos conhecimentos possam ser desenvolvidos posteriormente de uma forma mais sistematizada (CARVALHO, 1998).

3. O conhecimento a ser ensinado deve partir do conhecimento que o aluno já traz para a sala de aula

Como uma consequência do pressuposto anterior, considera-se que os alunos aprendem quando suas ideias prévias, fruto de experiências cotidianas, desenvolvidas nas interações com os fenômenos, são contrariadas ou confirmadas. Mas para isso, os professores precisam saber ouvir as explicações que os alunos elaboram e aceitar seus raciocínios, mesmo que estes pareçam ilógicos para os professores. Isso porque é a partir dos testes de suas hipóteses e de suas participações que eles irão superar as contradições em suas estruturas conceituais (CARVALHO, 1992).

Nesse contexto, os conhecimentos cotidianos são abordados como hipóteses a serem testadas, sem a intenção de que precisam ser deixados de lado para que os alunos sejam inseridos na cultura científica. O objetivo é que os alunos possam (re)construir seus conhecimentos, derrubando obstáculos já acumulados no cotidiano. Por esse motivo, os professores precisam propor atividades interessantes para que os alunos se envolvam intelectualmente com o problema e possam resolvê-lo, aprendendo mais do que conceitos pontuais (CARVALHO, 1998).

A consideração desses pressupostos aponta para a necessidade de se organizar as propostas de ensino de modo que os alunos possam testar suas hipóteses, elaborar suas próprias ideias e estruturá-las, buscando explicar os fenômenos da natureza. Dessa forma, o ensino de Ciências por investigação, deve ser um ensino a partir do qual os alunos possam: (i) pensar, considerando a estrutura do conhecimento; (ii) falar, evidenciando seus argumentos construídos; (iii) ler, com criticidade o conteúdo e (iv) escrever, com clareza as ideias propostas, demonstrando aprendizagem (CARVALHO, 2018).

Nesse processo, é muito importante a maneira como o professor executa as propostas em sala de aula, pois é ele quem vai criar condições para que os alunos, de fato, falem, argumentem, leiam e escrevam sobre os conteúdos (CARVALHO, 2007). Em outras palavras, o contexto de ensino investigativo é promovido pelos professores, quando eles:

propõem problemas que irão gerar ideias que, sendo discutidas, permitirão a ampliação dos conhecimentos prévios; promovem oportunidades para reflexão, indo além das atividades puramente práticas; estabelecem métodos de trabalho colaborativo e um ambiente na sala de aula em que todas as ideias são respeitadas (CARVALHO, 1998, p. 36).

Carvalho (2018), defende que os professores se preocupem com o grau de liberdade concedido aos alunos e com a elaboração de um problema que dê início à construção dos conhecimentos a partir de relações com conhecimentos já aprendidos. Neste sentido, a autora critica a maneira pela qual muitos professores acreditam que estão dando oportunidades para que os alunos participem quando, na verdade, fazem perguntas e não dão tempo suficiente para os alunos pensarem e responderem. Essas perguntas que acabam se tornando retóricas e vêm quase sempre em continuação à exposição de algum conteúdo, evidenciam um ensino que continua centrado na figura do professor.

É necessário, portanto, que os professores criem condições para que os alunos tenham coragem de participar, expondo suas ideias e propondo explicações, sem medo de errar. Por isso, o cuidado com a elaboração do problema é importante na medida em que, a partir dele, o raciocínio dos alunos será desencadeado e expresso.

De acordo com Carvalho (2018), o problema deve possibilitar aos alunos: (i) condições para explicarem o(s) fenômeno(s) envolvido(s) no próprio problema; (ii) condições para que eles articulem o que aprenderam com os fenômenos existentes no mundo; (iii) condições para que os conteúdos aprendidos sejam relacionados com seus conhecimentos cotidianos; (iv) condições para que, a partir desses conhecimentos prévios, eles elaborem e testem suas hipóteses; e, (v) condições para que eles construam explicações causais.

Isso indica que os professores precisam possibilitar que os alunos construam autonomia, criando espaço e liberdade para que as ideias surjam, sem reprimi-los; o que não significa que os alunos irão aprender por descoberta ou que irão comandar as aulas. Para que eles desenvolvam essa autonomia é preciso que sejam estabelecidas, sem imposição, regras claras de convivência em sala de aula, que devem ser explicadas e discutidas, de tal forma que os alunos entendam-nas e colaborem construindo suas próprias razões morais e, portanto, suas autonomias moral e intelectual, uma vez que uma não existe sem a outra (CARVALHO, 1998).

No ensino de Ciências por investigação, os professores precisam valorizar as interações entre os alunos, possibilitando que eles tenham tempo para comunicar, refletir e argumentar entre si. Contudo, os professores não podem apenas colocá-los uns ao lado dos outros e esperar que, automaticamente, cooperem e trabalhem em conjunto (CARVALHO, 1998).

Nesse processo de comunicação, também é preciso se atentar para a introdução dos alunos nas diferentes linguagens da ciência, pois ainda que a fala seja importante no desenvolvimento das interações sociais, por facilitar e transformar os processos mentais, quando os alunos interagem com o problema, para que consigam construir entendimentos sólidos, é necessário que eles saibam ler e entender, tabelas, gráficos, leis e símbolos próprios das Ciências. Eles precisam compreender as vantagens e as limitações das diferentes linguagens científicas e se familiarizar com cada uma delas. Por isso, é importante que os professores busquem integrar os discursos verbais, as expressões e representações científicas tal que, os alunos, social e individualmente, construam o conhecimento que se deseja ensinar. Isso pode contribuir para que o ensino de Ciências não seja uma disciplina para a qual os alunos não veem sentido ou finalidade por não conseguirem interpretar e correlacionar suas linguagens (CARVALHO, 2004, 2013).

Assim, de acordo com Carvalho (2004), se desejamos um ensino que propõe ensinar *Ciências* e *sobre Ciências*, além de criar propostas que levem os alunos a refletir sobre seus pensamentos e reformulá-los por meio dos diálogos e tomadas de decisões coletivas, é necessário que os professores saibam direcionar os alunos para que eles realmente alcancem os objetivos propostos. A autora ressalta que não é interessante se pensar em propostas didáticas acabadas, mas em favorecer um trabalho de *mudanças didáticas*, para que os professores, a partir de suas próprias concepções, ampliem seus recursos, modifiquem suas ideias e suas atitudes de ensino.

Visando orientar um ambiente propício para essa abordagem de ensino, Carvalho (2011, 2013) propõe as chamadas SEI (Sequências de Ensino Investigativas). Uma SEI é definida como: “*uma proposta didática que tem por finalidade desenvolver conteúdos ou temas científicos*” (CARVALHO, 2018, p. 767).

De maneira a fundamentar o planejamento de uma SEI e criar condições para que as interações sociais ocorram, Carvalho (2013) propõe alguns pontos que devem estar presentes nas propostas de organização das atividades investigativas criadas pelos professores. Esses pontos merecem destaque e são explicados na seção seguinte.

2.2.2.1 Sequências de Ensino Investigativas (SEI)

Com o objetivo de melhorar os processos de ensino e aprendizagem, muitas são as estratégias investigativas que vêm sendo criadas ao longo do tempo por professores e pesquisadores da área de ensino de Ciências. Porém, de acordo com Carvalho (2013), essas estratégias não podem ser aleatórias e assistemáticas; os professores precisam saber direcionar os alunos para alcançarem os objetivos propostos. Por isso, embora não exista um método científico único para a elaboração de conhecimentos na ciência, a autora identifica etapas e raciocínios que ela considera imprescindíveis em uma experimentação científica e, portanto, também no ensino de Ciências por investigação. São eles:

Elaboração e teste de hipóteses

Ainda que existam diferenças importantes a serem consideradas entre a ciência praticada nos laboratórios de pesquisa e a desenvolvida nas escolas (por exemplo: nos laboratórios conhecimentos novos são produzidos, enquanto nas salas de aula, pretende-se promover a aprendizagem de conhecimentos já consolidados), tanto nas atividades dos cientistas quanto no ensino de Ciências, o conhecimento científico é entendido (ou deveria ser) como uma construção humana, que pretende levar a explicações da natureza. Assim, baseando-se em visões construtivistas, a autora ressalta que, nos trabalhos científicos a observação é sempre precedida de teorias. Por isso, os artefatos culturais que fazem parte dos conhecimentos já constituídos, influenciam e orientam os cientistas no trabalho científico.

No ensino, portanto, o professor precisa certificar-se de que os alunos compreendem bem o problema proposto e procurar saber quais são os conhecimentos cotidianos que eles trazem acerca da proposta a ser realizada, pois é com base nos conhecimentos prévios e como eles entendem a proposta, que irão levantar e testar hipóteses, procurando resolver o problema.

Formulação de explicações (raciocínio e argumentação científica)

Ao fazerem suas observações, os cientistas procuram entender os dados coletados para resolverem o problema. Para isto, eles precisam compreender e relacionar as diversas variáveis existentes, descartando as que não interferem na solução. Nessa etapa, os cientistas também revisam o que foi feito e sustentam ou refutam teorias existentes. Contudo, os cientistas não propõem explicações únicas e sempre corretas para os fenômenos observados; o erro faz parte do trabalho deles.

Assim, eles trabalham em grupos de pesquisadores, que, juntos, avaliam as evidências e constroem argumentos socialmente validados.

Na sala de aula, então, é preciso levar os alunos a tomarem consciência das ações deles por meio de uma série de questionamentos de “*como*” resolveram o problema e o “*por quê*” essa resolução aconteceu de determinada(s) maneira(s). Os alunos não só relembram o que fizeram, como também auxiliam na sistematização coletiva e individual do conhecimento.

Formulação de conclusões

A ciência não progride sem a troca de ideias e sem a existência de confrontos entre interpretações. Por isso, os cientistas fazem uso da linguagem argumentativa tanto nas conversas que estabelecem nos laboratórios, quanto nos congressos, artigos e outras vias de comunicação, a fim de debater com a comunidade científica e convencer seus pares sobre o que propõem. Além disso, eles constroem modelos explicativos para o(s) fenômeno(s).

Embora sejam diferentes os níveis de conhecimentos específicos entre os pesquisadores e os alunos do ensino básico, os alunos também conseguem construir explicações para os fenômenos. Eles explicitam a explicação do contexto, formulando raciocínios científicos partindo do “*se*” (com base nos dados, juntamente com algumas condições específicas), direcionando ao “*e*” ou, ao “*mas*” e, após relacionarem as variáveis e descartarem aquelas que não deram certo, chegarão ao “*então*” da conclusão e o problema será resolvido. Nesse processo, a interação entre os alunos e, principalmente, entre eles e o professor deve conduzir os alunos da linguagem cotidiana à linguagem científica. Isso porque o professor, como adulto mais experiente, serve como uma autoridade epistêmica que auxilia na legitimação dos conhecimentos construídos.

Para Carvalho (2013), etapas e raciocínios similares a esses presentes na elaboração de conhecimentos científicos podem ser viabilizados no ensino de Ciências a partir de três atividades-chave, a saber:

Introdução do problema contextualizado

As aulas de Ciências, que têm como objetivo levar o aluno a construir os conceitos, devem iniciar com atividades manipulativas, ou seja, procedimentos que auxiliam os alunos a explorar o problema (por exemplo, o manejo de um objeto em diferentes situações para observar o seu comportamento). O problema deve incluir

um experimento, texto ou até mesmo um jogo, que ofereça condições para que eles pensem e diversifiquem suas ações trabalhando com as variáveis relevantes.

Sistematização do conhecimento

Após a resolução do problema é preciso uma atividade de sistematização para que os alunos relatem o que fizeram e busquem acessar o que pensaram ao resolver o problema. Preferencialmente, essa etapa é realizada utilizando-se textos e posteriores discussões, relacionando-os ao que os alunos fizeram. Mas, é importante enfatizar que a sistematização não é só um relato oral do que se fez; é necessário a escrita para que os alunos possam expressar os conhecimentos que estão sendo construídos.

Contextualização do conhecimento

A contextualização é um recurso potencializador para a construção de um conhecimento escolar significativo. É necessário ir além dos conteúdos científicos explorados pelo problema, pois a proposta das SEI está pautada na ideia de um ensino, cujos objetivos não se concentram apenas no aprendizado de conceitos científicos, mas também na aprendizagem de ações, atitudes e valores da cultura científica.

Esse momento das atividades pode auxiliar os alunos a perceber a importância da aplicação dos conhecimentos desenvolvidos, no cotidiano. Isso porque, quando o ensino de Ciências possibilita que os alunos busquem em seu cotidiano a aplicação dos conceitos ou das relações que acabaram de construir, pode favorecer que estes sejam capazes, com o auxílio do professor, de associar a ciência escolar aos contextos de produção, apropriação e utilização de conhecimentos científicos.

Com o objetivo de auxiliar no planejamento de Sequências de Ensino Investigativas (SEI) sob essa perspectiva, Carvalho (2013) propõe cinco etapas de gerenciamento da classe e de planejamento das interações didáticas que precisam ser garantidas, de tal forma que o ensino e a aprendizagem de práticas, conceitos científicos e natureza da ciência sejam almejados, ou seja, para que as SEI propostas possam contribuir para o letramento científico dos alunos. Essas etapas são descritas a seguir:

Distribuição do material e proposição do problema

Um aspecto fundamental para que os alunos levantem e testem hipóteses é a colocação de um problema, considerado o ponto de partida para a criação de um novo

conhecimento. Tal colocação deve se dar a partir da proposição, pelo professor ou criação pelos alunos, de uma questão-problema intrigante, que estimule a curiosidade científica dos alunos, possibilitando-os diversificar suas ações.

Embora os tipos de problemas mais comuns sejam os experimentais, os não-experimentais também podem ser investigativos (por exemplo, a investigação pode partir de figuras de jornais e da internet, de tabelas e gráficos e até mesmo de reportagens). Além disso, quando a experimentação puder oferecer riscos aos alunos, ela deve ser realizada pelo professor, passando à denominação de demonstração investigativa.

É importante que, ao propor o problema, os professores deixem os alunos levantarem suas hipóteses por meio de discussões. Qualquer novo conhecimento advém de conhecimentos prévios e, é com base nesses conhecimentos anteriores, que os alunos têm condições de elaborar novos entendimentos.

Essa natureza dialógica das SEI propostas nesta perspectiva, afasta-as de um ensino expositivo, uma vez que não se espera que os alunos repitam os conceitos, mas que eles construam significados com suas próprias palavras e que estes estejam de acordo com a linguagem científica.

É necessário que o professor valorize as ações dos alunos, considere todas as hipóteses levantadas por eles e coloque-as em destaque para que sejam confrontadas. Ao final da atividade, as ideias levantadas pelos alunos para solução do problema precisam ser retomadas para favorecer que: (i) eles tomem consciência de suas ações ao verificar quais ideias tiveram êxito e quais não tiveram; e (ii) percebam a importância do erro para a construção de novos conhecimentos.

Resolução do problema

As hipóteses levantadas pelos alunos devem ser testadas e, para isso, o professor precisa orientá-los em seus testes – que podem ser empíricos ou teóricos, dependendo da natureza do problema e da metodologia adotada pelos alunos –, de forma a explorar os fenômenos observados.

Nessa etapa, deve-se tomar cuidado de não fornecer a solução do problema, nem mostrar como fazer para obtê-la, pois o importante neste momento não é o conceito que se quer ensinar, mas as ações manipulativas que levam a ele. Carvalho (2013) destaca que *“é preciso dar tempo para o aluno pensar, refazer a pergunta,*

deixá-lo errar, refletir sobre seu erro e depois tentar um acerto” (CARVALHO, 2013, p. 3).

Deve-se preferencialmente deixar os alunos trabalharem em pequenos grupos, pois trabalhando juntos, eles têm a oportunidade de discutir, levantar ideias e desenvolver potencialmente as habilidades e os conhecimentos, com a orientação dos pares. Outra razão é que os alunos têm mais facilidade de apresentar suas ideias aos seus colegas do que diretamente ao professor, algo que realça a importância de se considerar que os processos de aprendizagem não se dão apenas nas interações estabelecidas entre professor e alunos, mas também são efetivados nas interações entre os pares.

No entanto, Carvalho (2013) adverte que, para o sucesso desses processos, o trabalho em grupo não pode ser o somatório dos trabalhos individuais. Os alunos devem colaborar entre si na busca por uma solução conjunta para o problema.

Sistematização do conhecimento

Esta etapa é descrita como uma passagem da *“etapa da ação manipulativa à ação intelectual”* (CARVALHO, 2013, p. 3), ou seja, os alunos relatam como as hipóteses foram testadas e quais delas deram certo, buscando justificativas para o fenômeno. Sugere-se que o professor desfaça os grupos e reúna toda a turma para um debate, se possível organizada em um grande círculo.

Primeiramente, o professor deve dar tempo para que todos os grupos relatem o que fizeram e como fizeram. Depois, ele precisa dar condições para que a turma proponha explicações à questão inicial, com base nos dados analisados por cada grupo. Nessa etapa, é essencial que o professor estimule a participação dos alunos na discussão, propondo questionamentos do tipo *“como”*, *“por quê”*, retome as ideias iniciais para comparar os pontos de vista apresentados e legitime conclusões estabelecidas, fazendo-os sistematizar raciocínios como *“se... então”*. Dessa forma, o professor atuará nesta etapa como um mediador da construção dos entendimentos pelos alunos sobre o problema e os conceitos e procedimentos necessários à sua solução.

Após essa sistematização coletiva, é necessário que se planeje também atividades individuais. Isto porque, mesmo que se crie um ambiente com oportunidades para que todos se expressem, alguns alunos não se manifestam à

turma e é necessário que o professor assegure, a nível individual, a aprendizagem das construções coletivas.

Escrever e desenhar

Essa etapa pode ser vista como parte da anterior, pois centra-se igualmente na sistematização de conhecimentos pelos alunos. No entanto, a sua proposição como uma etapa parece ser justificada pela intenção de possibilitar a mencionada expressão das construções pelos alunos, individualmente.

O professor deve pedir aos alunos que escrevam e/ou desenhem as etapas, contando o que fizeram e porquê, pois a escrita e o desenho são atividades fundamentais para que os alunos se expressem na linguagem da ciência, além de realçar para o professor as construções pessoais de conhecimentos pelos alunos. Assim, diferentes modos de comunicação científica precisam ser integrados, uma vez que a linguagem das Ciências não é constituída apenas pela linguagem verbal; ela se dá também por meio de tabelas, gráficos, figuras e símbolos que permitem expressar suas construções.

Carvalho (2013), enfatiza também que, ainda que o professor proponha desenhos e trabalhos escritos, estes nunca abordam todas as etapas desenvolvidas nas aulas. Por isso, ela considera interessante a utilização de um texto de sistematização como atividade complementar, para revistar as principais ideias e conceitos trabalhados, por meio de uma linguagem mais formal.

Contextualização social

A contextualização pode ser uma questão simples, a partir da qual os alunos precisam dizer onde conseguem perceber o fenômeno estudado no dia a dia, como também pode ser feita mediante um texto organizado para esse fim ou um vídeo relacionado.

Qualquer que seja a atividade de contextualização empregada, é preciso que o problema investigado em sala de aula seja relacionado com o problema social. Para isso, Carvalho (2013), considera que os textos ou vídeos devem sempre ser acompanhados de questões que auxiliem essa relação.

A contextualização não deve ser pensada como uma exemplificação do cotidiano. Ela deve ser realizada como recontextualização dos conhecimentos e compreensão dos problemas sociais, visando posicionamentos críticos dos alunos sobre o meio em que vivem.

3 OBJETIVOS

Embasadas pela literatura do ensino de Ciências, principalmente aquela que defende a necessidade de se levar para as salas de aula de Ciências as características investigativas das práticas científicas e que aponta a importância de iniciativas que possam engajar professores e alunos em atividades dessa natureza, desenvolvemos uma parceria com uma escola particular que atua nos níveis Fundamental e Infantil, a fim de elaborar e desenvolver Sequências de Ensino Investigativas (SEI) nessa escola parceira.

A riqueza do processo de trocas de informações entre a estagiária, a orientadora de estágio, as professoras, a equipe pedagógica, a direção e os alunos da escola, nos motivaram a propor esse trabalho com os objetivos de caracterizar as propostas de SEI elaboradas e de analisar os impactos do desenvolvimento dessas SEI nas aprendizagens daquela comunidade escolar. Assim, os objetivos gerais e específicos dessa pesquisa podem ser enunciados da seguinte maneira:

3.1 Objetivo geral

Caracterizar as propostas de SEI e analisar os impactos de seu desenvolvimento em uma comunidade escolar.

3.2 Objetivos específicos

- 1) Caracterizar as propostas de SEI elaboradas em parceria com as professoras com relação aos aspectos essenciais do ensino por investigação e aos seus graus de abertura;
- 2) Analisar os possíveis impactos do desenvolvimento de três das SEI nas aprendizagens da comunidade escolar investigada, a partir dos indícios encontrados nos registros colecionados ao longo do processo.

4 METODOLOGIA

De modo a atingir os objetivos propostos e responder as questões que foram colocadas nesta pesquisa, decidimos assumir um enfoque qualitativo em nosso trabalho. Segundo Denzin e Lincoln (2006), a pesquisa qualitativa se constitui num conjunto de práticas materiais e interpretativas, que representam detalhadamente a situação estudada por meio de diversos registros, como: notas de campo, conversas, fotografias, gravações e lembretes.

Dessa forma, (i) os dados coletados devem ser descritivos e obter o maior número possível de elementos presentes na situação estudada; (ii) a atenção com o processo deve ser maior do que com o produto; (iii) deve existir uma preocupação em retratar o significado que os participantes conferem às coisas e; (iv) as hipóteses não têm um papel comprobatório, pois os focos de interesse são formulados e reformulados ao longo da investigação ou *a posteriori*, se tornando mais diretos e específicos (LÜDKE; ANDRÉ, 2013). Com isso, a pesquisa qualitativa não ignora o papel da fundamentação teórica para a pesquisa, mas considera essencial o diálogo entre a teoria e a prática (MARTÍNEZ, 2012).

Diante disso, a pesquisa proposta neste trabalho de conclusão de curso (TCC) é considerada de natureza qualitativa, em razão: (i) da caracterização do produto (as SEI) ser compreendida como um meio para se entender melhor o processo (o desenvolvimento das SEI em sala de aula) e; (ii) do foco central estar na vivência das SEI pelos alunos, em especial, nos indícios de impactos positivos na aprendizagem de Ciências em processos de testes e confrontações de ideias. Ademais, os dados coletados são ricos em descrições das situações e incluem registros realizados por meio de anotações de campo, de áudios dos diálogos dos participantes, de fotografias e de produções dos alunos. E a pesquisadora foi central nisto, pois a partir do olhar dela que esses dados foram coletados e interpretados; além de sua atuação em conjunto com os demais membros do contexto escolar.

4.1 Contexto de pesquisa e a Elaboração das SEI

Esta pesquisa foi desenvolvida em uma escola da rede privada de ensino, situada no município de Ouro Preto, Minas Gerais. A escola oferece Educação Infantil (incluindo berçário e maternal) e o Ensino Fundamental I, possui uma turma para cada ano de ensino e desenvolve suas atividades no período vespertino.

A escola (vide figuras 5 e 6¹), embora não tenha um amplo espaço físico construído, tem uma divisão eficiente, que possibilita um bom aproveitamento desse espaço. As salas de aula destinadas às turmas do nível Fundamental estão dispostas em uma antiga casa de dois andares e as salas do Ensino Infantil localizam-se em uma outra construção, ao lado dessa casa. Existe também, uma sala isolada dessas duas construções, a qual é destinada à turma do 1º ano do Ensino Fundamental e que fica localizada ao lado do parquinho da escola.

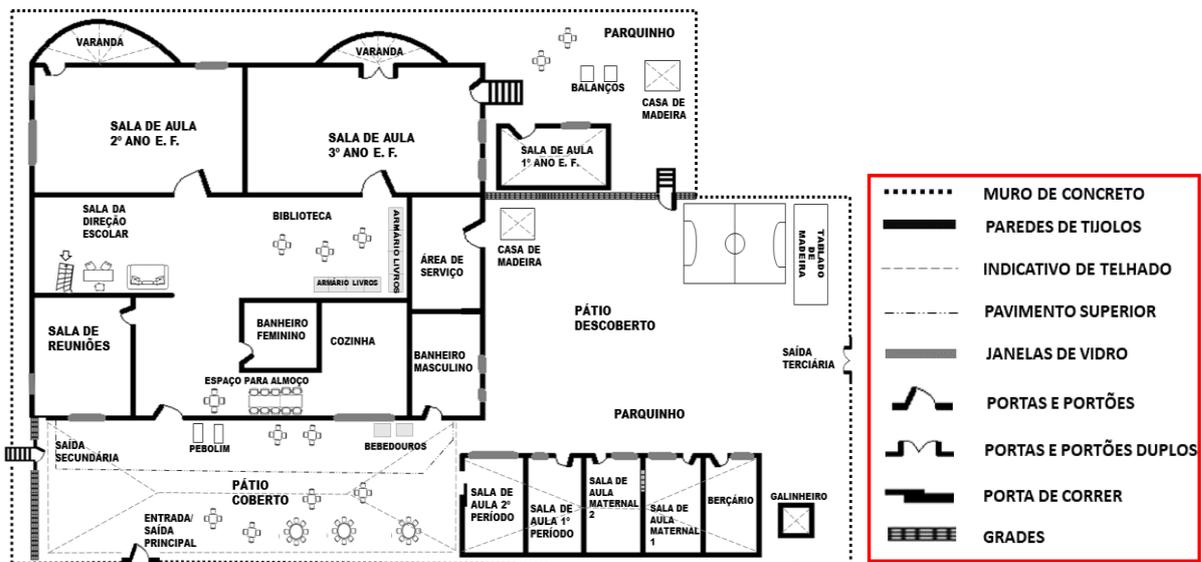


Figura 5: Planta baixa do térreo da escola.

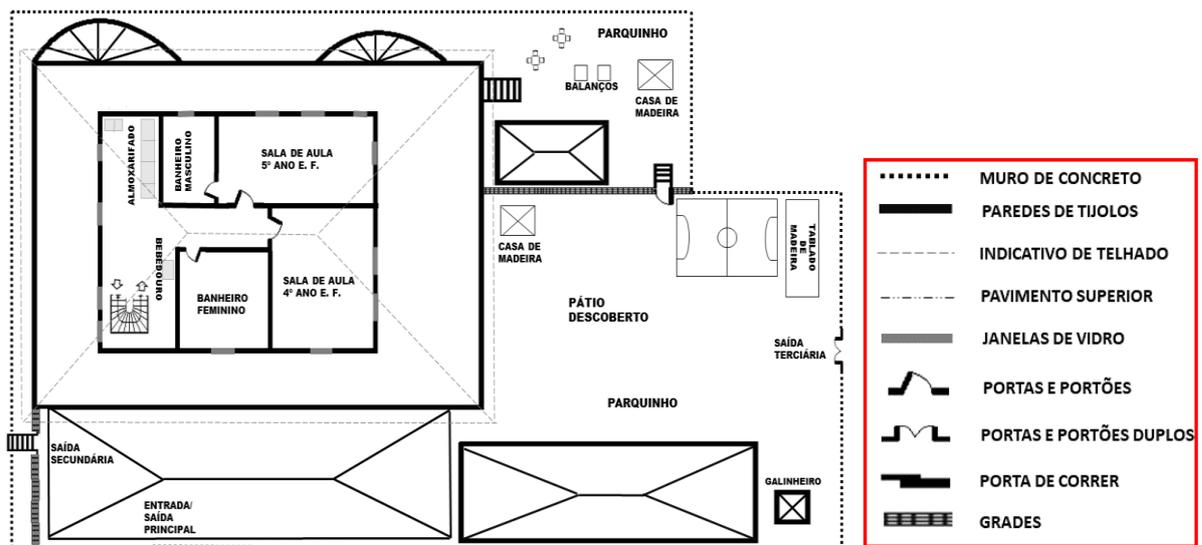


Figura 6: Planta baixa do segundo andar da escola.

¹ Essas figuras não se encontram em escala.

De uma forma geral, as salas de aulas são amplas e confortáveis. Possuem boa iluminação, carteiras em boas condições de uso, quadros brancos (exceto às turmas do Ensino Infantil, que utilizam quadros negros) e armários ou prateleiras para que os alunos armazenem seus livros e cadernos e, assim, só levem para casa o material escolar que necessitam para realizar as atividades do dia. Além disso, algumas dessas salas possuem varanda. As salas localizadas no segundo andar possuem ventilador de teto, possivelmente, por suas janelas estarem voltadas para o lado que têm maior incidência de raios solares no período da tarde.

A casa (maior construção da escola) possui, além das salas de aula, uma sala de reuniões com alguns computadores e impressoras, para uso de professores e equipe pedagógica; uma pequena sala aberta destinada à direção escolar; uma biblioteca que também se encontra em um espaço aberto, contendo duas prateleiras de livros em bom estado de conservação e alguns bancos e mesas de madeira; uma cozinha grande; um espaço de refeição para os alunos que almoçam na escola por realizarem algumas aulas oferecidas pela escola no período matutino (como aulas de circo, artes marciais etc.); e banheiros femininos e masculinos nos dois andares.

Na outra construção, as salas do Ensino Infantil ficam ao lado umas das outras e a sala que se localiza na extremidade dessa sequência, abriga o berçário. O pátio da escola é coberto, possui várias mesas e bancos e fica localizado entre a casa e a construção que abriga as salas do nível Infantil. Ao lado do pátio existe também, uma pequena quadra descoberta e um parquinho com alguns balanços.

No Ensino Fundamental, o ano letivo escolar tem o valor de 100 pontos e é subdividido em três trimestres, com a seguinte distribuição de pontos: 30 pontos no primeiro trimestre e 35 pontos nos segundo e terceiro trimestres, cada. Nos 2º, 3º, 4º e 5º anos, a atribuição destes pontos em cada disciplina contempla duas avaliações somativas, um trabalho em grupo e a avaliação processual de cada aluno durante os trimestres. Quanto ao 1º ano, os alunos realizam avaliações somativas apenas nas disciplinas de matemática e português e as notas são atribuídas por meio de conceitos.

A parceria que estabelecemos com essa escola, se deu quando a autora deste TCC cursava o sexto período de graduação em Química Licenciatura da Universidade Federal de Ouro Preto. Naquela época, a professora da disciplina "Estágio Supervisionado de Química II", também orientadora deste TCC, sugeriu que a licencianda estagiasse na escola de Ensino Fundamental pesquisada. Vale ressaltar

que aquela seria a primeira experiência de estágio no nível fundamental vivenciada por alunos do curso de Química Licenciatura naquela Universidade.

Participaram dessa vivência, duas licenciandas, que permaneceram na comunidade de ensino investigada durante todo o ano letivo de 2019, período no qual elas cursaram duas disciplinas de estágio supervisionado do curso de Química Licenciatura: Estágio Supervisionado de Química II, desenvolvida com foco no processo de observação da realidade escolar e; Estágio Supervisionado de Química III, com foco no planejamento e na regência naquela comunidade.

Nesse contexto de formação acadêmica a pesquisa participativa se deu a partir da elaboração das SEI (por parte das estagiárias, professora de estágio e professoras da escola); o desenvolvimento de SEI (pelas professoras, com auxílio das estagiárias) e a organização de uma feira de Ciências. Esta foi realizada com o objetivo de divulgar alguns dos conhecimentos desenvolvidos a partir das SEI para a comunidade e contou com o empenho da professora de estágio, das duas estagiárias, das professoras, da equipe pedagógica e da direção da escola.

Durante o primeiro semestre letivo, cada uma das estagiárias acompanhou um nível de ensino. Uma delas observou as turmas do nível Infantil (maternais 1 e 2 e 1º e 2º períodos), enquanto a outra, autora deste TCC, observou as turmas do nível Fundamental (1º, 2º, 3º, 4º e 5º ano).

Nas turmas do nível Fundamental I, os alunos dos três primeiros anos contavam com uma professora para todas as disciplinas, exceto para Educação Física e Artes, que contavam com outros dois professores, os quais também atuavam nas demais turmas da escola. Já nos 4º e 5º anos, duas professoras se revezavam nas duas turmas: uma ministrava as aulas de Português, Literatura e Ciências, enquanto a outra ministrava as aulas de Matemática, Geografia e de História.

Todas essas professoras tinham formação em Pedagogia e variavam suas experiências no nível Fundamental I entre 2 e 10 anos de atuação. Nenhuma delas havia estudado sobre o ensino por investigação durante a formação acadêmica. As estagiárias também não haviam tido experiências formativas anterior com o ensino por investigação, temática que fazia parte da ementa da disciplina de estágio daquele semestre.

Dessa forma, antes das estagiárias iniciarem no campo de estágio, a professora de estágio decidiu apresentar para professoras, equipe pedagógica, direção e estagiárias, essa perspectiva de ensino e discutir algumas iniciativas que

vêm sendo desenvolvidas no ensino de Ciências. Essa apresentação foi realizada na escola, em uma reunião com duração de uma hora e 30 minutos, mas o processo de discussão e familiarização com a temática teve continuidade, com a posterior mediação das estagiárias durante a elaboração das SEI.

Durante 2 meses, as estagiárias participaram do maior número de aulas possível (sem restringir apenas às aulas de Ciências) dentro do horário que permaneciam na escola (de 13h às 17h30min, 2 vezes por semana). Neste período, elas buscaram manter contato estreito e direto com alunos e professoras, para minimizar possíveis alterações no comportamento desses sujeitos em virtude do estranhamento com a presença delas. O intuito era de que professoras e alunos se familiarizassem e se sentissem à vontade com a presença das estagiárias e, assim, agissem com naturalidade durante o processo efetivo de observação (LÜDKE; ANDRÉ, 2013; VIANNA, 2007).

Cada professora, escolheu um conteúdo da disciplina de Ciências previsto para aquele ano letivo, para ser trabalhado com sua turma, em concordância com a temática central da feira, a qual havia sido pré-estabelecida pela direção da escola: “Os impactos da ação humana no meio ambiente”. Apenas na turma do 4º ano do Ensino Fundamental, o conteúdo não foi selecionado dentro do previsto para disciplina de Ciências. Isso se deu pelo fato da professora lecionar as disciplinas de Geografia, História e Matemática e, por isso, optar por trabalhar o conteúdo de gráficos e tabelas dentro da temática geral da feira. Tal fato, atribuiu um caráter explicitamente interdisciplinar às atividades propostas na SEI destinada a essa turma.

Além do tema, a direção escolar estabeleceu também que, os pontos destinados para os trabalhos em grupo no segundo trimestre escolar seriam atribuídos às atividades desenvolvidas para a feira de Ciências. Dessa forma, todo o processo de desenvolvimento das SEI e os produtos que dele se originaram, direta ou indiretamente, fizeram parte das avaliações dos alunos. Nas provas somativas, realizadas no final do segundo trimestre, as professoras também elaboraram questões em todas as disciplinas, relacionadas com as temáticas das SEI desenvolvidas em cada turma.

Durante o processo de elaboração das SEI, foram realizadas reuniões semanais (algumas delas de forma virtual) entre as estagiárias e a professora orientadora. Essas reuniões aconteciam para orientar as revisões das propostas com base nos apontamentos realizados pelas professoras da escola – que sugeriam

algumas adequações pedagógicas para as diferentes faixas etárias com as quais trabalhavam – e da professora orientadora. Posteriormente, as reuniões com a professora orientadora passaram a ocorrer quinzenalmente e consistiam no aprofundamento da revisão da literatura, de discussões gerais sobre o desenvolvimento das SEI nas salas de aula, sobre a análise dos dados e sobre a elaboração deste trabalho.

A elaboração de todas as SEI foi orientada pelas cinco etapas de planejamento, propostas por Carvalho (2013): *distribuição do material e proposição do problema; resolução do problema; sistematização do conhecimento; escrever e desenhar e; contextualização social*. De acordo com essa autora, as atividades planejadas sob essa orientação, possibilitam que os alunos iniciem a elaboração de significados sobre novos conceitos a partir de processos de discussão e teste de seus conhecimentos prévios.

Durante a elaboração, não se pensou em um número de aulas para o seu desenvolvimento em sala de aula, pois, como as turmas contavam com apenas uma professora, estas possuíam flexibilidade para alterar suas aulas, quando necessário. Em média, o desenvolvimento das SEI durou um mês e meio em cada turma, sendo que os alunos tinham em torno de três a quatro aulas semanais de Ciências para realizar as atividades propostas.

4.2 Coleta de dados

Durante a coleta de dados, a estagiária teve um papel do tipo “observadora participante”. A identidade da pesquisadora e os propósitos do estudo foram revelados aos membros daquela comunidade escolar desde o início desse processo (LÜDKE; ANDRÉ, 2013).

Segundo Chizzotti (2000), na observação participante, o pesquisador mantém contêm contato direto com o(s) fenômeno(s) observados, os experiencia e compreende a dinâmica dos atos e eventos, a partir de sua perspectiva e de seus pontos de vista sobre o significado que os participantes conferem às coisas, atos e eventos. Lüdke e André (2013) enfatizam ainda, que o observador participante tem acesso a uma gama de informações que devem ser registradas por meio dos mais diversos instrumentos. No caso desta pesquisa, isso se deu, como discutido, a partir de anotações de campo, dos registros em áudio dos diálogos dos participantes, das produções geradas por eles e de fotografias.

As anotações de campo realizadas pela pesquisadora (estagiária) envolviam sempre, além da parte descritiva, uma parte reflexiva, uma vez que, de acordo com Lüdke e André (2013), é essencial buscar manter uma totalidade, sem desviar dos focos de interesse. Assim, além de descrições dos locais, dos sujeitos envolvidos e de como se deram os seus envolvimento, as anotações continham também as impressões da estagiária sobre o que estava sendo observado (por exemplo: o desenvolvimento de compreensões e incompreensões pelos alunos durante as SEI e suas prováveis causas; como ocorriam as intervenções das professoras etc.).

Também foram realizados alguns registros de conversas da pesquisadora com as professoras e com os alunos no período extraclasse. Durante essas conversas, as primeiras relatavam sugestões e impressões sobre determinada(s) aula(s). Os segundos expunham algumas considerações sobre o progresso das atividades e extrapolações realizadas por eles após discussões que ocorriam durante as SEI (por exemplo, relatavam pesquisas feitas sobre o papel das vitaminas e minerais no organismo humano).

Para que fossem feitas anotações satisfatórias, antes de ir à campo, nas aulas da disciplina “Estágio Supervisionado de Química II”, a professora fez considerações acerca de como deveriam ser realizadas as anotações de campo. Como apontado por Vianna (2007), a observação não é somente olhar; deve-se também, saber ver, identificar e descrever os tipos de interações humanas que acontecem na comunidade pesquisada.

Por meio das anotações de campo não é possível captar detalhes, por exemplo, das interações discursivas estabelecidas entre os sujeitos de pesquisa e o registro excessivo dessas anotações pode comprometer as interações do pesquisador participante com os sujeitos pesquisados. Portanto, utilizar vários instrumentos para coleta de dados, permite captar um maior número de informações e possibilita que seja feita uma triangulação dos dados, a fim de checar e garantir a validade das informações (VIANNA, 2007).

À vista disso, justifica-se os registros em áudios realizados durante algumas aulas (especialmente aquelas em que a professora demandava dos alunos a exposição de suas ideias e explicações e a proposição de justificativas para elas). Essas gravações foram realizadas com o intuito de registrar a troca de ideias entre os alunos e deles com a professora. Considerando-se o grande número de interações dialógicas previstas e estabelecidas entre os participantes, esse tipo de registro foi

fundamental para captar as falas e deixar a pesquisadora livre para descrever, em anotações de campo, suas impressões sobre os momentos que estavam sendo observados.

As falas eram registradas por meio de um gravador de celular que ficava sempre em cima da mesa da professora. Todas as vezes que a pesquisadora julgava necessária a realização dessas gravações, era solicitada autorização às professoras das turmas e os alunos tinham conhecimento que aquela aula estaria sendo gravada.

Com relação às fotografias, estas foram registradas a partir dos textos, desenhos, histórias, representações gráficas produzidos pelos alunos e dos materiais utilizados por eles durante o desenvolvimento das sequências investigativas. Como aponta Loizos (2002), o uso de imagens não é meramente ilustrativo na pesquisa qualitativa. Elas podem ser empregadas como dados primários e, neste sentido, devem ser usadas de maneira interpretativa. Este foi o caso do uso das fotografias nesta pesquisa, visto que os registros foram realizados com o intuito evidenciar e sustentar as discussões sobre os impactos do desenvolvimento das SEI naquela comunidade escolar.

4.3 Análise de dados

Para este trabalho, escolhemos analisar três das SEI propostas para o Ensino Fundamental, pois caracterizar e analisar todas as SEI, além de tornar o trabalho demasiadamente extenso, poderia dificultar uma análise mais profunda, ocasionando perdas de detalhes cruciais para o tipo de análise que nos propusemos a fazer.

Assim, para atender os objetivos desta pesquisa, selecionamos as SEI propostas e desenvolvidas para e nas turmas do 1º, 3º e 4º anos do Ensino Fundamental. Tal seleção se deu, por considerarmos, diante de uma análise prévia dos dados coletados (leitura das anotações de campo) e da discussão destas com a professora orientadora deste TCC, que os dados coletados nessas turmas apresentavam indícios mais explícitos dos efeitos do ensino por investigação, dignos de serem analisados mais profundamente.

A análise dos dados foi guiada pelas questões de pesquisa propostas e se sucedeu a partir de dois procedimentos distintos. Para responder a nossa primeira questão de pesquisa, buscamos com base em parâmetros apontados na revisão da literatura, caracterizar, nas três SEI selecionadas, o grau de liberdade concedido aos

alunos no desenvolvimento das investigações propostas; em outras palavras, o grau de abertura das SEI.

Para analisarmos esse grau de abertura, nos fundamentamos nos critérios e nas variações propostos por Munford e Lima (2007) para os aspectos essenciais do ensino por investigação, preconizados pelo NRC (2000) e discutidos em detalhes na seção 2.2.1.2 deste TCC. Assim, caracterizamos os graus de liberdade atribuídos aos alunos em cada uma das cinco etapas de planejamento propostas por Carvalho (2013). Além disso, comparamos os graus de abertura das SEI entre si, buscando discutir as semelhanças e as diferenças entre elas, de acordo com o contexto de desenvolvimento para o qual elas foram propostas.

Para respondermos a segunda questão de pesquisa, na busca por analisar o impacto do desenvolvimento das SEI naquela comunidade escolar, buscamos indícios que evidenciassem a construção e a validação de conceitos, procedimentos e atitudes coerentes com aqueles desenvolvidos por meio das práticas científicas. Assumimos como aprendizagens na dimensão conceitual, a compreensão de conceitos científicos vinculados às discussões sobre os aspectos tecnológicos, sociais e ambientais. Para a dimensão procedimental, consideramos que as aprendizagens estão associadas às compreensões *sobre* o conhecimento científico, isto é, às maneiras pelas quais os alunos constroem o conhecimento conceitual, participando desse processo de construção, de modo que aprendam a argumentar e exercitar a razão. Já na dimensão atitudinal, as aprendizagens têm relação com as discussões dos valores e atitudes relacionados à construção do próprio conteúdo e considera aspectos como a importância do lugar de fala e do trabalho colaborativo (CARVALHO, 2004, 2012).

Para isto, procuramos interpretar os momentos que evidenciassem as ações que impactaram positivamente a resolução do problema, como: o desempenho e a colaboração entre os alunos e as modificações estruturais do conhecimento ocorridas, isto é, a apresentação de novas ideias, questionamentos e a construção de conexões entre essas ideias.

Por exemplo: os alunos do 3º ano do Ensino Fundamental, na investigação sobre os diferentes tipos de solo e o cultivo, inicialmente, supuseram que o feijão não se desenvolveria no solo que havia sofrido queimadas. Entretanto, eles perceberam que essa planta se desenvolveu, ainda que menos que no solo rico em húmus. Diante dessa observação e do estabelecimento de parâmetros para comparar o desenvolvimento das plantas nesses dois solos (por exemplo, a comparação entre a

quantidade de raízes, a altura das plantas, a coloração e o tamanho das folhas), eles sistematizaram raciocínios para explicar o fato da germinação do feijão ter sido mais lenta e menos efetiva no solo que sofreu queimadas, mesmo mantendo as mesmas condições de iluminação e irrigação.

Assim, consideramos que exemplos como esse, evidenciam como os alunos construíram justificativas por meio de práticas científicas desenvolvidas ao longo do processo de aprendizagem vivenciado. Essa construção se deu durante as interações dialógicas estabelecidas, por meio das quais eles foram capazes de correlacionar suas observações com as ideias em desenvolvimento e buscaram explicar a necessidade de nutrientes para que as plantas crescessem. Tais interações encontram-se explicitadas na seção “Resultados e Discussões”.

Por reconhecermos a impossibilidade de eliminar os valores pessoais do processo de pesquisa, buscamos uma maneira de minimizar a subjetividade na análise (LÜDKE; ANDRÉ, 2013). Neste trabalho, isso foi feito por meio do cruzamento das informações presentes nos dados provindos dos diferentes registros (áudios, anotações de campo, fotos das produções dos alunos e conversas com membros daquela comunidade) coletados ao longo de todo o processo e em momentos posteriores ao desenvolvimento das SEI.

Para contrastar os dados presentes nos diferentes instrumentos de coleta, inicialmente, o material escrito pelos alunos e as anotações de campo da pesquisadora foram lidos e relidos por diversas vezes, a fim de identificar indícios de evolução em suas compreensões a partir de suas representações e escritas e/ou das observações da pesquisadora a respeito delas. Em seguida, os áudios foram transcritos em sua totalidade e procuramos identificar nesses transcritos momentos que revelassem como os alunos apresentaram seus pontos de vista e foram construindo mutuamente as possíveis aprendizagens identificadas nos materiais escritos e nas anotações analisados previamente.

Nos casos em que esses trechos reforçavam e forneciam novos indícios dos progressos dos alunos, eles eram destacados em relação ao restante da transcrição e uma conferência da sua redação era realizada. Nesta conferência, para manter a fidedignidade aos sentidos e significados expressos pelos sujeitos, mas também facilitar a fluência da leitura e o entendimento das ideias expressas, apenas os erros gramaticais foram corrigidos.

Visando preservar a identidade dos participantes envolvidos na pesquisa, quaisquer meios que permitissem a sua identificação nos registros de fotos foram ocultados. Na transcrição das falas, foram utilizados nomes fictícios para os alunos e, as professoras dos 1º, 3º e 4º anos, foram nomeadas “Professora 1”, “Professora 2” e “Professora 3”, respectivamente. Ocultamos também a identificação de escolas, empresas e comércios citados pelos alunos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Análise das SEI propostas

Nesta seção, analisamos os graus de abertura de cada uma das cinco etapas de gerenciamento da classe e de planejamento das interações didáticas que embasaram a elaboração das SEI selecionadas. Em seguida, apresentamos e discutimos um quadro geral de síntese dos graus de abertura dessas SEI.

5.1.1 Proposta de SEI “O nosso lixo”

A SEI “O nosso lixo” foi destinada a uma turma do 1º ano do Ensino Fundamental, formada por 12 (doze) alunos com idade média de seis anos (vide Apêndice A). Criamos essa SEI com base no conteúdo que os alunos iriam estudar nas aulas de Ciências, no semestre em que a sequência seria desenvolvida. Tal conteúdo era composto pelas unidades “Do que os objetos são feitos?” e “Um mundo de objetos”, que tratava das características de alguns objetos usados cotidianamente, os modos como esses objetos são descartados na natureza e como podem ser utilizados de maneira mais consciente. Dessa forma, como parte da unidade “Um mundo de objetos”, decidimos trabalhar o tema “lixo” com os alunos.

Etapa 1. Distribuição do material e proposição do problema

Nesta proposta, a seguinte questão-problema é apresentada para a turma: “O que nós poderíamos fazer com o lixo que produzimos durante uma semana em nosso recreio?”. Assim, quanto ao aspecto, “*formulação de perguntas*”, a SEI apresenta grau de abertura 1 (vide quadro 2), pois os alunos recebem a questão-problema pronta para ser investigada.

Proposto o problema, os alunos recebem também um questionário para ser respondido em casa com o auxílio dos familiares. Ainda que ele seja levado para casa, o(a) professor(a) deve posteriormente pedir que os alunos apresentem suas respostas a toda turma, pois essas questões visam explorar o cotidiano dos alunos sobre a problemática. Consideramos que fosse necessário que eles tivessem ajuda dos responsáveis, por se tratarem de crianças com idade média de 6 anos. Essa atividade realça o apontamento de Carvalho (2013) de que nessa etapa o professor necessita dar importância aos conhecimentos cotidianos dos alunos e organizar discussões para que eles levantem suas hipóteses.

Os outros quatro aspectos propostos pelo NRC (2000) não aparecem nessa etapa da SEI. Isto é coerente com o fato dessa etapa ser o ponto de partida da investigação e os alunos só se envolverem com evidências, explicações e justificativas a partir da etapa de resolução do problema.

Etapa 2. Resolução do problema

Como parte da fase inicial de ações manipulativas, é listado na SEI todos os materiais necessários à investigação. Também é proposto que o(a) professor(a) separe os alunos em grupos, os quais deverão juntar os lixos produzidos por seus integrantes durante o recreio, no período de uma semana. Posteriormente, ele(a) deve solicitar aos grupos que discutam entre si sobre os possíveis destinos para o lixo que produziram. É sugerido também que o(a) professor(a) entregue a cada grupo caixas de papelão com as cores padronizadas para cada tipo de lixo (vermelho para o plástico; azul para o papel; e marrom para o lixo orgânico²). Dessa maneira, os alunos já saberão como acondicionar os lixos durante a semana.

A questão-problema fornecida na etapa anterior é melhor delimitada pelos alunos nesta fase. Isso porque, para a resolução do problema eles só podem propor destinos, especificamente, para o(s) tipo(s) de lixo que seu grupo produzirá durante aquela semana, ou seja, os alunos só irão propor destinos para os lixos que possuírem dentro das caixinhas de seu grupo. Dessa forma, consideramos que para o aspecto “*formulação de perguntas*”, nesta etapa, o grau de abertura é 2.

Quanto ao aspecto “*construção de evidências*”, categorizamos esta etapa da SEI em um grau 3 de autodirecionamento dos alunos, pois é proposto que eles juntem os lixinhos, mas o(a) professor(a) deverá direcioná-los na coleta, entregando a cada grupo três caixinhas coloridas correspondentes a cada tipo de lixo que eles poderão coletar.

Para o aspecto “*utilização de evidências nas explicações*”, essa etapa da SEI também tem um grau de abertura 3, pois após uma semana juntando os lixinhos, os alunos têm que discutir e levantar suas ideias (possíveis destinos) junto aos seus colegas de grupo e, o(a) professor(a) deve guiá-los nessas escolhas.

² Estas são as cores que abarcam as categorias de lixo mais comuns de serem geradas no lanche das crianças.

Ao proporem destinos aos seus pares, os alunos irão tecer relações com os conhecimentos prévios e estabelecer uma ou mais escolhas, comparando suas explicações com as explicações fornecidas pelos colegas de grupo. Nesse momento o(a) professor(a) não interfere nas escolhas com informações de cunho científico. Deste modo, classificamos o aspecto “*avaliação de explicações*” com um grau 4 de liberdade concedida aos alunos, pois eles examinam, de maneira independente, outros recursos (os seus conhecimentos anteriores e as explicações dos colegas de grupo) para defenderem o(s) destino(s) escolhido(s).

Em relação ao último aspecto, é sugerido que os alunos sejam divididos em grupos e escolham destinos para os lixos coletados. Essa atividade tem como objetivo que os alunos apresentem suas ideias ao restante do grupo, buscando uma solução interna para o problema.

Como os alunos terão que propor destinos aos seus colegas de grupos e serão acompanhados pelo(a) professor(a) que deverá instruí-los, acreditamos que eles terão a oportunidade de construir bons argumentos para justificar as escolhas por eles defendidas. Assim, consideramos que o grau de abertura é 3 para o aspecto “*comunicação e justificação de explicações*”.

Etapa 3. Sistematização do conhecimento

Nesta etapa, primeiramente é sugerido ao(a) professor(a) que desfaça os grupos e organize a sala em um semicírculo para que os alunos comecem um debate expondo os destinos que escolheram para cada lixo recolhido e o porquê dessas escolhas. Os alunos serão questionados se poderia existir outro destino além do proposto e, após todos os grupos exporem suas explicações, o(a) professor(a) guia a discussão para que os alunos repensem nesses destinos. Posteriormente, ele(a) fará a exibição de um vídeo da “Turma da Mônica”³, o qual retrata alternativas à produção e descarte de lixos a partir da lógica dos 3R’s (reduzir, reutilizar e reciclar).

Os filmes infantis, como recursos audiovisuais, atraem a atenção e auxiliam na compreensão das crianças, uma vez que eles já chegam à escola familiarizados com esse recurso e este, por sua vez, oferece uma proposta rica de elementos a serem explorados, envolvendo e atraindo os alunos na situação da história, por meio da ludicidade (CARVALHO, 2017).

³ <https://www.youtube.com/watch?v=L3zaoUaHJhQ&pbjreload=10>

Para o aspecto “*formulação de perguntas*”, classificamos essa etapa em um grau de abertura 3, pois durante a sistematização coletiva, os alunos além de apresentarem suas explicações para a questão-problema, eles próprios e o(a) professor(a) podem colocar novas questões durante a discussão sobre o vídeo assistido.

Quando os alunos precisam relatar ao restante da turma quais foram os destinos por eles propostos, as explicações para essas escolhas vêm das decisões de cada grupo e, por isso, o grau de abertura nesta etapa para o aspecto “*construção de evidências*” é 4, uma vez que são eles que irão determinar as evidências e fazer uso delas para responderem a questão-problema.

Sendo guiados pelo(a) professor(a) a partir de questionamentos sobre outros destinos para o lixo além do escolhido, sobre a importância de se pensar no que fazer com o lixo que é produzido e como diminuir a produção de lixo, os alunos devem comparar as ideias iniciais e formular suas explicações. Carvalho (2013) considera essencial nessa etapa, que o professor crie espaço para que os alunos comparem afirmações já apresentadas e validem conclusões. Por isso, para o aspecto “*utilização de evidências nas explicações*”, consideramos que a etapa tem um grau de abertura 3.

Para Munford e Lima (2007), o professor deve criar condições para que os alunos contrastem suas explicações com as dos colegas, mas também com as explicações científicas. Em vista disso, o aspecto “*avaliação de explicações*” nessa etapa, tem o grau de abertura 3, uma vez que, quando o(a) professor(a) utiliza o vídeo, os alunos exploram novas possibilidades para a diminuição de resíduos e estão sendo direcionados a comparar suas explicações com as explicações consensualmente aceitas na ciência e expressas pelos personagens.

No último aspecto, “*comunicação e justificção de explicações*”, esta etapa tem um grau de abertura 2, porque o(a) professor(a) primeiramente deve pedir para que eles relatem suas escolhas, para, em seguida, questioná-los sobre outros possíveis destinos e, apenas posteriormente, exibir o vídeo da Turma da Mônica. Assim, nota-se que os alunos são orientados para sistematizar o raciocínio e justificar suas explicações.

Etapa 4. Escrever e desenhar

Esta SEI não prevê que os alunos criem desenhos ou escrevam individualmente seus entendimentos acerca do problema estudado. Entretanto, propusemos ainda na etapa de sistematização, que eles se expressem individualmente por meio da linguagem verbal sobre quais atitudes eles podem ter para ajudar na preservação do planeta terra. Dessa forma, eles precisam comunicar suas conclusões a partir das evidências que foram apresentadas e discutidas na etapa anterior. Assim, consideramos que nesta etapa estão presentes os aspectos “*utilização de evidências nas explicações*” e “*comunicação e justificação de explicações*”.

O aspecto “*utilização de evidências nas explicações*” apresenta um grau de abertura 3, uma vez que, os alunos são guiados pelo(a) professor(a) para formular suas explicações, mas nesse processo são eles que irão selecionar dentre as evidências discutidas anteriormente aquelas que julgam importantes para serem utilizadas em suas comunicações; o que justifica um maior grau de abertura para este aspecto.

Com relação ao aspecto “*comunicação e justificação de explicações*”, os alunos precisam comunicar os possíveis novos destinos e explicar essas novas escolhas para o professor e para a turma. Por isso, como eles irão expressar suas construções individuais por meio da fala e serão auxiliados pelo(a) professor(a), que os orienta nesta fase para favorecer explicações mais precisas, temos um grau de abertura 2.

Etapa 5. Contextualização social

Essa etapa será iniciada com a exibição de mais um vídeo infantil. O desenho da série “Peixonautas”⁴ retrata a poluição dos mares e os problemas causados à vida marinha. O(a) professor(a) precisa discutir com os alunos após a exibição, para que todos compreendam as consequências do descarte incorreto dos lixos.

Em seguida, é sugerido na SEI que o(a) professor(a) crie um novo debate propondo questões a respeito do que eles consideram como sendo lixo, da importância de pensarmos o que fazer com o lixo que produzimos e como os 3R’s nos

⁴ https://www.youtube.com/watch?v=9uwZHC-ui_Y

ajudam nessa tarefa. O debate deve ser centrado em articular as novas informações com as ideias já apresentadas/discutidas anteriormente.

Nesse momento de discussão, o(a) professor(a) também deve pedir aos alunos que imaginem os caminhos que os lixos coletados por eles teriam se não houvesse o devido cuidado e que eles digam qual a importância de se pensar no destino que damos ao lixo todos os dias. Por último, é proposto que eles criem um texto em coletivo, pois como os alunos dessa faixa etária estão na fase da alfabetização, muitos ainda não dominam a escrita.

Como, a partir desse segundo vídeo, o(a) professor(a) irá fornecer questões para auxiliar os alunos a relacionarem a investigação com o problema social da contaminação da vida marinha pelo descarte incorreto de plásticos que chegam aos oceanos, caracterizamos essa etapa com um grau de abertura 1, no aspecto “*formulação de perguntas*”.

O aspecto “*construção de evidências*”, também possui o grau de abertura 1 nessa etapa, uma vez que o(a) professor(a) passará o segundo vídeo à turma e irá propor questionamentos que auxiliará os alunos a organizar as evidências que sustentarão suas explicações sobre os possíveis caminhos do lixo sem o devido cuidado e sobre a importância de nos atentarmos para esses destinos.

Como a SEI sugere que o(a) professor(a) guie os alunos para formularem essas explicações – a partir dos vídeos assistidos e das discussões que tiveram ao longo da investigação – e, sendo este um espaço para que eles criem novas explicações ou para que eles reestruturem ideias anteriores, o aspecto “*utilização de evidências nas explicações*” tem um grau de abertura 3.

Os alunos irão avaliar essas explicações por eles reformuladas ou modificadas, com auxílio do(a) professor(a), que os informará acerca de possíveis conexões entre o problema investigado, as informações que tiveram acesso a partir dos dois vídeos exibidos e as discussões estabelecidas ao longo da investigação. Portanto, para o aspecto “*avaliação de explicações*”, o grau de abertura dessa etapa é 2.

De acordo com o último aspecto, “*comunicação e justificação de explicações*”, os alunos precisam, de alguma maneira, comunicar suas explicações consensuais para o problema. E, para isso, é necessário que essas explicações estejam articuladas com todas as atividades e etapas da SEI (MUNFORD; LIMA, 2007).

Ao criarem um texto em conjunto, e não individualmente, os alunos dessa faixa etária, que estão na fase da alfabetização, ainda precisam do auxílio do(a)

professor(a) para organizar o pensamento e criar frases. Ao produzir textos oralmente que serão transcritos pelo(a) professor(a), eles têm a oportunidade de aprender sobre o funcionamento e organização de um texto escrito, bem como de começar a perceber as relações existentes entre os sinais escritos e a linguagem numa determinada situação sociocomunicativa (GIRÃO; BRANDÃO, 2014).

Nessa perspectiva, Lima e Maués (2006) evidenciam que o papel do(a) professor(a) é fundamental para o processo de construção das crianças em relação à produção linguística, que envolve, no ensino de Ciências, a mediação da ascendência dos conceitos cotidianos para a posse dos conceitos científicos. Isso evidencia um grau de abertura 2 nesta etapa da SEI, em que os alunos são orientados para tornar suas explicações mais precisas e a comunicá-las.

5.1.2 Proposta de SEI “Os solos e o plantio”

A SEI “Os solos e o plantio” foi destinada a uma turma do 3º ano do Ensino Fundamental, formada por 15 (quinze) alunos com idade média de oito anos (vide Apêndice B). Como a anterior, ela foi criada com base no conteúdo que esses alunos iriam estudar nas aulas de Ciências, no semestre em que a sequência seria desenvolvida. Tal conteúdo era composto pelas unidades “Por dentro da Terra e “O solo”, que tratava da formação do solo, dos tipos de solo, dos diferentes usos que podemos fazer dele e sua importância para a vida no planeta. Dessa forma, como parte da unidade “O solo”, decidimos trabalhar o tema “tipos de solo” com os alunos.

Etapa 1. Distribuição do material e proposição do problema

Nessa SEI, os alunos têm que investigar “como o feijão se desenvolve em diferentes tipos de solo” (solo rico em húmus, solo que sofreu queimadas e solo com rejeito de mineração). Como na SEI anterior, essa questão-problema também é fornecida aos alunos e, por isso, o grau de abertura para o aspecto “*formulação de perguntas*” é 1 (vide quadro 3).

Essa questão está em consonância com os apontamentos encontrados no documento do NRC (2000) de que questões do tipo “como” são mais adequadas do que as questões do tipo “por quê”, pois estão centralizadas em descrever fenômenos estabelecendo relações causais sem resultar em perspectivas finalistas acerca do mundo (MUNFORD; LIMA, 2007). No caso desta SEI, buscamos com essa questão-problema favorecer que os alunos investiguem os fatores que são necessários para o

crescimento e desenvolvimento de uma planta, bem como compreendam as relações entre o uso do solo, o cultivo e a qualidade da nossa alimentação.

Os alunos também recebem um questionário para ser respondido, mas que não é levado para casa (como no caso do questionário presente na SEI “O nosso lixo”). Neste caso, as perguntas devem ser respondidas em sala de aula e o(a) professor(a) deve propor um momento para que os alunos apresentem suas respostas e utilizem-nas para dar início à investigação.

Os outros aspectos não podem ser classificados nessa etapa, pois, como descrito anteriormente, os alunos começam a explorar o problema a partir da próxima etapa.

Etapa 2. Resolução do problema

Nessa SEI também listamos os materiais a serem utilizados pelos alunos para a criação de canteiros para o plantio dos feijões e sugerimos que eles sejam divididos em pequenos grupos. Antes de iniciarem a investigação, os alunos precisam levantar suas hipóteses sobre o que esperam que aconteça em cada canteiro e o que consideram que seja necessário para que o feijão se desenvolva.

Essas hipóteses serão retomadas somente após 3 semanas, quando termina a observação, por isso, propusemos que os alunos escrevam-nas em um espaço reservado para isso (vide quadro A, no Apêndice B), para não esquecerem. Propusemos também outro quadro para que cada aluno registre suas observações sobre o comportamento dos feijões ao longo das semanas (vide quadro B, no Apêndice B).

Nesta etapa da SEI, podemos classificar o aspecto “*formulação de perguntas*” em um grau de abertura 1 para os alunos. Isso porque, eles se engajam com as perguntas de orientação científica fornecidas pelo(a) professor(a). Podemos observar pelo quadro A, anexo a sequência, como os alunos são bem direcionados no levantamento de hipóteses, pois ela é dividida em linhas contendo perguntas específicas relacionadas as suas suposições e também aos fatores que eles consideram necessários para que o feijão cresça.

Com relação ao segundo aspecto “*construção de evidências*”, essa etapa tem o maior grau de abertura (nível 4), visto que os alunos têm de investigar, por algumas semanas, o desenvolvimento do feijão sem o auxílio do(a) professor(a). Eles devem estabelecer as variáveis que julgam importantes a serem investigadas durante a

coleta dos dados, estabelecer um possível controle destas e construir as evidências nas quais apoiarão suas explicações.

No aspecto “*utilização de evidências nas explicações*”, Munford e Lima (2007) propõem que os alunos elaborem suas explicações a partir das evidências coletadas ou fornecidas. Como os alunos não recebem nenhuma instrução do que devem analisar em seus canteiros, podemos considerar que esse aspecto nessa etapa também possui um grau de abertura 4. O segundo quadro sugerido na SEI para que eles usem durante a investigação, tem como objetivo que eles discorram sobre os fenômenos observados, concedendo-lhes uma maior autonomia para interpretar os dados e fazerem suas anotações.

Para o aspecto “*avaliação de explicações*”, consideramos um grau de abertura 4, pois, como proposto por Carvalho (2013), o trabalho em grupo não pode ser o somatório de trabalhos individualmente realizados; isto é, os alunos nesta etapa não devem simplesmente anotar todas as observações de todos os membros do grupo ou escolhê-las aleatoriamente. Eles precisam avaliar se os critérios propostos por cada colega, de fato, interferem no desenvolvimento do feijão, estabelecendo relações com as evidências e, dessa maneira, buscar uma solução conjunta para a questão.

Como os alunos precisam avaliar as explicações de cada integrante do grupo, eles deverão defender suas ideias e, para isso, necessitam construir argumentos coerentes para se comunicarem. Assim, para o aspecto “*comunicação e justificção de explicações*” há um maior autodirecionamento dos alunos e temos, portanto, um grau de abertura 4, uma vez que eles propõem e avaliam entre si, sem o auxílio do(a) professor(a).

Etapa 3. Sistematização do conhecimento

Nesta etapa os alunos precisam relatar como as hipóteses foram testadas e quais deram certo, buscando justificativas para o fenômeno. Para que haja uma sistematização coletiva, o professor deve propor um debate com toda a turma e, para isso, é necessário que se desfaça os grupos e organize a sala de modo que o(a) professor(a) veja os alunos e que todos os alunos vejam uns aos outros e o(a) professor(a).

Em concordância com a perspectiva de Carvalho (2013), nessa etapa são propostos os passos descritos anteriormente. Inicialmente, é sugerido que cada grupo mostre seus canteiros ao restante da turma e relate as observações que foram

realizadas ao longo das semanas. É também nesse momento que o(a) professor(a) deve retomar as ideias iniciais dos alunos para que eles comparem as diferenças das hipóteses levantadas com o que de fato observaram. Isso justifica a importância deles terem anotado suas hipóteses iniciais e agora relembrem o que propuseram por meio da leitura de suas anotações para o restante da turma.

Em vista disso, o aspecto “*formulação de perguntas*” nessa etapa, tem um grau de abertura 2 para os alunos, as respostas presentes nos quadros A e B, permitem direcionar os questionamentos do(a) professor(a) no sentido de levá-los a comparar suas hipóteses (quadro A) com as observações (quadro B), para que assim eles sejam capazes de apresentar critérios para explicar por que o desenvolvimento do feijão aconteceu de maneiras distintas.

Quando os grupos apresentam à turma o que observaram, eles não leem todas as anotações que fizeram durante as três semanas, mas expõem apenas as evidências, por eles selecionadas. Assim, podemos afirmar que em relação ao aspecto “*construção de evidências*”, o grau de abertura é 4, isto é, os alunos determinam quais são as evidências que consideram sustentar suas explicações.

Ao relembrem suas hipóteses e contrastá-las com suas observações, os alunos estarão utilizando das evidências por eles selecionadas para propor parâmetros e explicar o fato da germinação do feijão ser distinta nos diferentes tipos de solos analisados por eles. Isso se dá a partir do auxílio do(a) professor(a), que não informa aos alunos acerca das diferenças nos canteiros, mas os guia por meio de direcionamentos simples, como pedir que eles exponham as diferenças observadas nos feijões dos canteiros comparados. Dessa maneira, o aspecto “*utilização de evidências nas explicações*” para essa etapa tem um grau de abertura 3.

Para o aspecto “*avaliação de explicações*”, o grau de abertura é 2, uma vez que os alunos são informados acerca de possíveis conexões. Durante o debate o(a) professor(a) deve pedir que eles comparem suas explicações com as explicações dos colegas, que também irão expor seus argumentos. Nessa etapa o(a) professor(a) não insere fontes de conhecimentos científicos durante a comparação. É a partir das comparações com as explicações dos colegas que os alunos constroem argumentos que consideram razoáveis e lógicos. Por isso, para o aspecto “*comunicação e justificação de explicações*”, essa etapa da SEI tem um grau de abertura 4.

Etapa 4. Escrever e desenhar

Como proposto por Carvalho (2013), o(a) professor(a) precisa assegurar a aprendizagem individual dos alunos e, para isso, a autora sugere que haja uma etapa em que os alunos escrevam e/ou desenhem.

Nesta SEI, propomos que os alunos desenhem cada etapa do desenvolvimento dos feijões nos diferentes tipos de solo, ao longo das semanas. Os alunos têm também que explicar esses desenhos e, posteriormente, apresentá-los à turma. Assim temos, novamente nesta etapa, os aspectos *“utilização de evidências nas explicações”* e *“comunicação e justificação de explicações”*.

No desenvolvimento desta etapa da SEI proposta, o(a) professor(a) deve solicitar aos alunos que desenhem e expliquem as etapas de investigação que eles realizaram, representando o comportamento das sementes de feijão nos três tipos de solo investigado, ao longo das semanas. Dessa maneira, os alunos são orientados sobre como utilizar as evidências para formularem suas explicações. Entretanto, nem todas as evidências discutidas na sistematização coletiva serão utilizadas por eles na explicitação de suas aprendizagens individuais, pois eles podem livremente selecionar quais evidências irão apresentar nos desenhos produzidos. Isso nos permite afirmar que este aspecto tem um grau de abertura 2.

Com relação ao aspecto *“comunicação e justificação de explicações”*, quando os alunos desenharam e explicaram seus desenhos, eles estão comunicando suas conclusões pessoais e demonstrando suas aprendizagens a nível individual. Assim, esse aspecto tem o grau de abertura 1, uma vez que o(a) professor(a) dá as indicações de como deve ser feita essa comunicação (desenho e explicitação da explicação de cada etapa do desenvolvimento do feijão em cada canteiro).

Etapa 5. Contextualização social

Para dar início a essa etapa, sugere-se a leitura de um texto com a turma. Este trata de técnicas de agricultura, do ciclo do nitrogênio, das queimadas e seus efeitos no meio ambiente. Após essa leitura são propostas algumas questões, como: “por que é necessário realizar adubação nas lavouras?”; “quais os desequilíbrios que as queimadas podem causar ao meio ambiente?”; e “como os metais presentes no solo podem afetar o desenvolvimento das plantas, os produtores e os consumidores delas?”. Na perspectiva de Carvalho (2013), as atividades de contextualização devem

sempre vir acompanhadas de questões que auxiliem os alunos a relacionar a experimentação com o problema social em discussão.

Para o primeiro aspecto, “*formulação de perguntas*”, esta etapa da SEI tem um grau de abertura 1, uma vez que os alunos se engajam na discussão para relacionar a investigação realizada com as informações presentes no texto, a partir dos questionamentos propostos pelo(a) professor(a).

Podemos apontar que nessa etapa, para o aspecto “*construção de evidências*”, o grau de abertura também é 1, pois o texto que os alunos leem já apresenta as evidências sobre a contaminação dos solos por metais e informações sobre os danos causados pelas queimadas e os benefícios da adubação.

Embora as evidências não sejam construídas pelos alunos, será necessário que eles façam uso de certas informações trazidas pelo texto, que se correlacionem com a experimentação realizada. A partir disso, classificamos o aspecto “*utilização de evidências nas explicações*” nesta etapa da SEI com um grau de abertura 2, concedida aos alunos. Essas explicações são formuladas a partir dos questionamentos do(a) professor(a), que os auxilia a concatenar as evidências presentes no texto lido com a investigação.

As explicações elaboradas pelos alunos são avaliadas com o auxílio do(a) professor(a), que introduz as explicações de caráter científico a partir do texto e, por isso, para o aspecto “*avaliação de explicações*” o grau de abertura é 2, dado que os alunos são informados a respeito de possíveis conexões.

Classificamos essa etapa com um grau de abertura 3 para a “*comunicação e justificção de explicações*”. No caso, os alunos são instruídos no desenvolvimento da comunicação por meio das informações trazidas pelo(a) professor(a) – a partir do texto e dos questionamentos propostos – para, assim, elaborarem e apresentarem suas conclusões para o problema.

5.1.3 Proposta de SEI “O nosso lixo eletrônico”

A SEI “O nosso lixo eletrônico” foi destinada a uma turma do 4º ano do Ensino Fundamental, formada por 14 (quatorze) alunos com idade média de nove anos (vide Apêndice C). Criamos essa SEI com base no conteúdo que esses alunos iriam estudar nas aulas de Geografia, no semestre em que a sequência seria desenvolvida. Tal conteúdo era composto pelas unidades “Mundo do trabalho” e “Indústria, lixo e comércio”, que tratava da atividade industrial, da importância dos diversos tipos de

serviços, das características da atividade comercial e da importância do consumo consciente. Dessa forma, como parte da unidade “Indústria, lixo e comércio”, decidimos trabalhar o tema “lixo eletrônico” com os alunos.

Etapa 1. Distribuição do material e proposição do problema

Nesta SEI, os alunos envolvem-se em uma investigação sobre lixos eletrônicos e a questão proposta para dar início à investigação é a seguinte: “Quanto de lixo eletrônico nossas famílias produziram no ano de 2018 e no primeiro semestre do ano de 2019?”. Inicialmente, é proposto também que o(a) professor(a) discuta com os alunos sobre o que eles entendem por lixo eletrônico e cite exemplos, a fim de caracterizar esse tipo de lixo e de evidenciar a grande variedade de elementos que o constitui.

Novamente temos uma SEI que, nessa etapa, tem grau de abertura 1 (vide quadro 4) para o aspecto “*formulação de perguntas*”, ou seja, os alunos recebem a questão a ser investigada. O motivo de todas as SEI propostas terem o grau de abertura 1 associado a esse aspecto se deve ao fato de toda a comunidade escolar para a qual elas foram elaboradas, não ter experiência com essa abordagem de ensino por investigação e, portanto, carecer de direcionamento quanto ao propósito geral de cada uma das sequências de ensino.

Como nas demais, também consideramos que nesta etapa não há os demais aspectos apresentados no trabalho de Munford e Lima (2007).

Etapa 2. Resolução do problema

Na segunda etapa, é proposto que se faça uma discussão com os alunos com o intuito de que eles levantem hipóteses sobre o quanto de lixo eletrônico suas famílias produziram, para onde eles acreditam que esses materiais foram após o descarte e as consequências do lixo eletrônico para o meio ambiente. Como na SEI anterior, sugerimos que essas hipóteses fossem redigidas pelos alunos em um material separado para essa finalidade (vide quadro A, Apêndice C), pois elas seriam retomadas posteriormente.

Para resolução do problema, propomos que os alunos fossem divididos em grupos pequenos. Cada um dos integrantes desses grupos precisa coletar os dados com suas famílias a respeito dos tipos de lixo eletrônico produzido, da quantidade

produzida e dos destinos que levaram esses lixos. Sugerimos que cada aluno organizasse seus dados em uma tabela. Essa tabela se encontra no Apêndice C e contém uma lista com alguns exemplos de lixo eletrônico, para facilitar a compreensão dos alunos e de seus familiares, mas não limita aos lixos mencionados, uma vez que inclui uma linha com a opção “outros”.

Posteriormente, com os dados coletados em cada família, os alunos precisam fazer o levantamento dos dados do seu grupo e construir tabelas e gráficos representativos desses dados. Sugerimos algumas categorias que podem ser tabeladas, mas o(a) professor(a) pode sugerir outras, com base no nível de experiência da turma com a construção de tabelas e gráficos.

Como os alunos nessa etapa irão levantar hipóteses e coletar seus dados por meio das perguntas colocadas pelo(a) professor(a), o aspecto “*formulação de perguntas*” para essa etapa tem o grau de abertura 1.

Para o aspecto “*construção de evidências*”, acreditamos que o grau de abertura é 3, pois os alunos são direcionados a coletarem certos dados (categorias de lixo eletrônico e destinos dados a eles); por outro lado, são eles que irão realizar essa coleta e deverão analisá-los. Além disso, pode ser que eles não consigam levantar os destinos dados a alguns lixos (alguns adultos podem não se lembrar) ou as categorias de lixos podem ser mais diversas do que as sugeridas pela SEI, o que também justifica a maior liberdade concedida aos alunos.

Da mesma maneira, para o terceiro aspecto, “*utilização de evidências nas explicações*”, também podemos dizer que o grau de abertura nesta etapa é 3. Isso porque os alunos ao serem questionados sobre as consequências do lixo eletrônico para o meio ambiente, precisam elaborar explicações para essa questão. Nesse momento eles são guiados pela discussão promovida pelo(a) professor(a) a respeito dos destinos que eles imaginam que os lixos produzidos por suas famílias tiveram no ano anterior e pela discussão feita no momento da proposição do problema para identificar as evidências que sustentarão suas explicações.

Em relação ao aspecto “*avaliação de explicações*”, nessa etapa temos um grau de abertura 4, pois as relações estabelecidas pelos alunos para avaliar as explicações derivam de seus conhecimentos anteriores (sejam eles definidos na discussão inicial da investigação ou conhecimentos que os alunos levam à sala de aula), sem a intervenção do(a) professor(a).

Para o aspecto “*comunicação e justificação de explicações*”, quando os alunos são questionados sobre as consequências do lixo eletrônico para o meio ambiente eles também precisam buscar em seus conhecimentos anteriores justificativas para as suas respostas e por isso, o grau de abertura é 4, em que os alunos constroem os argumentos razoáveis e lógicos, nesse caso, a partir de conhecimentos prévios.

Etapa 3. Sistematização do conhecimento

Nessa etapa, o(a) professor(a) deve criar um espaço para retomada das ideias iniciais dos alunos e para que eles relatem quais foram os dados coletados e relacionem se estes quantitativos estão dentro ou não do que esperavam. Durante o debate, o(a) professor(a) também deve levá-los a propor maneiras de reduzir o lixo eletrônico.

Desse modo, os alunos apresentam os dados levantados nas suas casas a partir de indagações do(a) professor(a) sobre quais os tipos de lixo eletrônico foram mais produzidos e quais destinos eles tiveram. Como eles são guiados durante a sistematização coletiva, o aspecto “*formulação de perguntas*”, tem o grau 1 de abertura.

Não há o aspecto “*construção de evidências*”, pois os alunos nessa etapa só precisam utilizar das evidências já organizadas para apresentarem suas explicações. Em virtude disso, para o aspecto “*utilização de evidências nas explicações*” possui um grau de abertura é 3, pois os alunos apresentam os resultados obtidos durante a investigação e precisam pensar em maneiras de reduzirmos o lixo eletrônico produzido a partir de um delineamento do(a) professor(a), que propõe questionamentos para levá-los a usar essas evidências nas explicações para as soluções propostas.

Para o aspecto “*avaliação de explicações*”, espera-se que tal avaliação seja realizada a partir das explicações propostas com as explicações dos pares, durante a discussão. Por esse motivo, os alunos têm maior autonomia ao examinarem seus argumentos e o grau de abertura quanto a esse aspecto é 4.

Considerando que a ciência não é expressa apenas por meio da linguagem verbal e que, portanto, esta não é suficiente para comunicar o conhecimento científico (CARVALHO, 2013; LEMKE, 1997), nessa SEI os alunos comunicam suas respostas também por meio das tabelas e dos gráficos criados. Eles recebem instruções passo a passo para realizar essa comunicação, sendo auxiliados em como essas tabelas e

gráficos devem ser estruturados. Por isso, o aspecto “*comunicação e justificação de explicações*” possui grau de abertura 1.

Etapa 4. Escrever e desenhar

A SEI elaborada não inclui desenhos como parte da sistematização individual dos alunos. Entretanto, como apontado por Carvalho (2013), algumas vezes no Ensino Fundamental, a sistematização dos dados leva à construção de tabelas e gráficos e, a mediação do professor se torna indispensável, ao passo que os alunos precisam além de entender, dar significado às tabelas e gráficos elaborados. Para isso, a autora aponta que os diferentes modos de linguagem precisam estar integrados por meio: (i) da cooperação, em que uma linguagem reforça o sentido da outra e; (ii) da especialização, quando uma linguagem dá novo significado à outra.

Nesse sentido, nessa faixa etária os alunos têm condições de criar tabelas, ler os dados e transcrevê-los para gráficos e, na medida em que o fazem, eles demonstram aprendizagens no nível individual. Essas atividades corroboram para a sua inserção na cultura científica escolar, pois possibilita o desenvolvimento de algumas habilidades intrínsecas do fazer científico, como o manuseio e a interpretação dos dados (CARVALHO, 2013; MUNFORD; LIMA, 2007).

Assim como nas outras SEI, esta etapa só abrange os aspectos de “*utilização de evidências nas explicações*” e “*comunicação e justificação de explicações*”. Isso porque, os alunos ao criarem tabelas e gráficos individualmente, auxiliarem uns aos outros e, posteriormente, criarem representações gráficas coletivas, estarão apresentando suas explicações e as justificativas para elas.

Com relação ao aspecto “*utilização de evidências nas explicações*”, consideramos que o grau de abertura é 1, pois na criação das tabelas e dos gráficos, o(a) professor(a) deverá criar categorias e os alunos deverão apenas construí-los com base nessas categorias pré-estabelecidas. Assim, é o(a) professor(a) que irá estabelecer como os dados obtidos serão utilizados.

Já para o último aspecto (*comunicação e justificação de explicações*), dado que os alunos são acompanhados, passo a passo, nesta tarefa pelo(a) professor(a) e, que este(a) deve propor como os dados serão empregados nas representações (tabelas e gráficos) apropriadas para o nível de aprendizagem dos alunos, o grau de abertura para o aspecto “*comunicação e justificação de explicações*” também é 1.

Etapa 5. Contextualização social

Para esta etapa sugere-se que sejam utilizados alguns vídeos: um que retrata sobre fábricas que reciclam o lixo eletrônico⁵; outro que retrata sobre a poluição do meio ambiente⁶; e um terceiro que trata do problema do consumismo⁷.

Esses vídeos são seguidos de algumas questões propostas pelo(a) professor(a) com o objetivo de relacionar a problemática social retratadas nos vídeos à investigação realizada. As questões propostas para direcionar essa discussão tratam da importância do descarte correto do lixo eletrônico e do tratamento adequado desse lixo e buscam fomentar uma reflexão pelos alunos sobre a correlação entre os seus hábitos de consumo e a produção de lixo eletrônico. Uma vez que esses questionamentos partem do(a) professor(a), o aspecto “*formulação de perguntas*”, tem um grau de abertura 1 nesta etapa.

Quando analisamos o aspecto “*construção de evidências*”, entendemos que o grau de abertura é 2, uma vez que os alunos recebem os dados desse tipo de lixo (a partir dos vídeos) e têm de analisá-los correlacionando-os à relevância do consumo consciente e às consequências para o meio ambiente.

Para que os alunos façam essa correlação, eles são guiados para formular suas explicações a partir dos questionamentos do(a) professor(a), que os auxilia nesse processo por meio de discussões sobre o que podemos fazer para evitar o lixo eletrônico e de questionamentos que os estimulem a refletir sobre a importância do consumo consciente. Por isso, o grau de abertura do aspecto “*utilização de evidências nas explicações*” é 3.

Dada a importância dos questionamentos do(a) professor(a) nesse momento, sugerimos algumas questões ao(à) professor(a), visto que muitas das vezes os vídeos utilizados em sala de aula servem para ilustrar os conceitos trabalhados e/ou são seguidos de longos resumos (LIMA; MAUÉS, 2006).

Para que suas explicações sejam validadas elas precisam ser avaliadas e a SEI atribui ao(à) professor(a) o papel de direcioná-los para compará-las às informações relacionadas a conhecimentos científicos consensuais e expressas nos

⁵ <https://www.youtube.com/watch?v=VFeld3tGYyI>

⁶ https://www.youtube.com/watch?v=gay9R_n2qA

⁷ <https://www.youtube.com/watch?v=NII5rUbhffg>

vídeos de reportagens de noticiários sobre o problema. Assim, o grau de abertura é 2 no aspecto “*avaliação de explicações*”.

Quanto ao último aspecto relacionado à “*comunicação e justificação de explicações*”, o grau de abertura concedida aos alunos é 3, pois nesta etapa, eles são orientados a partir da mediação do(a) professor(a) que conduz as discussões dos vídeos exibidos, para que possam estabelecer as conclusões e tornar suas comunicações mais precisas.

Com o objetivo de traçar um perfil geral das SEI propostas, apresentamos a seguir os quadros que sintetizam os graus de abertura de cada uma de suas etapas em relação aos diferentes aspectos que caracterizam uma proposta investigativa, discutidos nessa pormenorizada. Isso possibilita-nos compará-las em termos de suas semelhanças e especificidades considerando-se a comunidade escolar para a qual elas se destinaram.

Quadro 2: Graus de abertura que abrangem cada uma das etapas de gerenciamento da classe e de planejamento das interações didáticas na SEI “O nosso lixo”.

ETAPAS DA SEI	ASPECTOS ESSENCIAIS	VARIAÇÕES			
		4	3	2	1
Distribuição do material e proposição do problema	1. Formulação de perguntas				
	2. Construção de evidências				
	3. Utilização de evidências nas explicações				
	4. Avaliação de explicações				
	5. Comunicação e justificação de explicações				
Resolução do problema	1. Formulação de perguntas				
	2. Construção de evidências				
	3. Utilização de evidências nas explicações				
	4. Avaliação de explicações				
	5. Comunicação e justificação de explicações				
Sistematização do conhecimento	1. Formulação de perguntas				
	2. Construção de evidências				
	3. Utilização de evidências nas explicações				
	4. Avaliação de explicações				
	5. Comunicação e justificação de explicações				

Quadro 2: Graus de abertura que abrangem cada uma das etapas de gerenciamento da classe e de planejamento das interações didáticas na SEI “O nosso lixo” (continuação).

ETAPAS DA SEI	ASPECTOS ESSENCIAIS	VARIÇÕES			
		4	3	2	1
Escrever e desenhar	1. Formulação de perguntas				
	2. Construção de evidências				
	3. Utilização de evidências nas explicações				
	4. Avaliação de explicações				
	5. Comunicação e justificação de explicações				
Contextualização social	1. Formulação de perguntas				
	2. Construção de evidências				
	3. Utilização de evidências nas explicações				
	4. Avaliação de explicações				
	5. Comunicação e justificação de explicações				
Mais ----- Nível de autodirecionamento dos alunos ----- Menos					
Menos ----- Nível de direcionamento do professor ou de seu material ----- Mais					

Quadro 3: Graus de abertura que abrangem cada uma das etapas de gerenciamento da classe e de planejamento das interações didáticas na SEI “Os solos e o plantio”.

ETAPAS DA SEI	ASPECTOS ESSENCIAIS	VARIAÇÕES			
		4	3	2	1
Distribuição do material e proposição do problema	1. Formulação de perguntas				
	2. Construção de evidências				
	3. Utilização de evidências nas explicações				
	4. Avaliação de explicações				
	5. Comunicação e justificação de explicações				
Resolução do problema	1. Formulação de perguntas				
	2. Construção de evidências				
	3. Utilização de evidências nas explicações				
	4. Avaliação de explicações				
	5. Comunicação e justificação de explicações				
Sistematização do conhecimento	1. Formulação de perguntas				
	2. Construção de evidências				
	3. Utilização de evidências nas explicações				
	4. Avaliação de explicações				
	5. Comunicação e justificação de explicações				

Quadro 3: Graus de abertura que abrangem cada uma das etapas de gerenciamento da classe e de planejamento das interações didáticas na SEI “Os solos e o plantio” (continuação).

ETAPAS DA SEI	ASPECTOS ESSENCIAIS	VARIÇÕES			
		4	3	2	1
Escrever e desenhar	1. Formulação de perguntas				
	2. Construção de evidências				
	3. Utilização de evidências nas explicações				
	4. Avaliação de explicações				
	5. Comunicação e justificação de explicações				
Contextualização social	1. Formulação de perguntas				
	2. Construção de evidências				
	3. Utilização de evidências nas explicações				
	4. Avaliação de explicações				
	5. Comunicação e justificação de explicações				
Mais ----- Nível de autodirecionamento dos alunos ----- Menos					
Menos ----- Nível de direcionamento do professor ou de seu material ----- Mais					

Quadro 4: Graus de abertura que abrangem cada uma das etapas de gerenciamento da classe e de planejamento das interações didáticas na SEI “O nosso lixo eletrônico”.

ETAPAS DA SEI	ASPECTOS ESSENCIAIS	VARIAÇÕES			
		4	3	2	1
Distribuição do material e proposição do problema	1. Formulação de perguntas				
	2. Construção de evidências				
	3. Utilização de evidências nas explicações				
	4. Avaliação de explicações				
	5. Comunicação e justificação de explicações				
Resolução do problema	1. Formulação de perguntas				
	2. Construção de evidências				
	3. Utilização de evidências nas explicações				
	4. Avaliação de explicações				
	5. Comunicação e justificação de explicações				
Sistematização do conhecimento	1. Formulação de perguntas				
	2. Construção de evidências				
	3. Utilização de evidências nas explicações				
	4. Avaliação de explicações				
	5. Comunicação e justificação de explicações				

Quadro 4: Graus de abertura que abrangem cada uma das etapas de gerenciamento da classe e de planejamento das interações didáticas na SEI “O nosso lixo eletrônico” (continuação).

ETAPAS DA SEI	ASPECTOS ESSENCIAIS	VARIAÇÕES			
		4	3	2	1
Escrever e desenhar	1. Formulação de perguntas				
	2. Construção de evidências				
	3. Utilização de evidências nas explicações				
	4. Avaliação de explicações				
	5. Comunicação e justificação de explicações				
Contextualização social	1. Formulação de perguntas				
	2. Construção de evidências				
	3. Utilização de evidências nas explicações				
	4. Avaliação de explicações				
	5. Comunicação e justificação de explicações				
Mais ----- Nível de autodirecionamento dos alunos ----- Menos					
Menos ----- Nível de direcionamento do professor ou de seu material ----- Mais					

É possível notar que na primeira etapa (proposição do problema e distribuição do material) temos um grau de abertura 1 em todas as três SEI, isto é, optamos que os alunos recebessem uma questão-problema previamente formulada pelos elaboradores da SEI para ser investigada. Essa escolha, como discutido, foi feita em função da faixa etária dos alunos, que era em média de 6 a 9 anos de idade, e pelo fato da comunidade escolar para a qual elas foram destinadas não ter vivenciado experiências anteriores com o ensino de Ciências por investigação.

Na segunda etapa (resolução do problema), houve predominância dos graus de abertura 3 e 4, o que demonstra que os alunos tiveram maior liberdade para propor e testar suas ideias, sendo esta uma característica da própria etapa. Como expusemos, nessa etapa os alunos se envolvem com o teste de suas hipóteses e devem chegar a uma conclusão consensual ao grupo. Conforme apontado por Carvalho (2013), o papel do(a) professor(a) é deixar que os alunos trabalhem em busca da resolução do problema e, para que isso ocorra, eles precisam propor, testar e verificar o que não funciona. Sendo assim, o erro é inerente nesse caminho.

Outra etapa em que também podemos observar predomínio dos graus de abertura 3 e 4, é na terceira etapa (sistematização do conhecimento). Apesar da mencionada inexperiência dos alunos com as atividades investigativas e, conseqüentemente, com a proposição de explicações sustentadas em evidências, o que demandava a intervenção do(a) professor(a) no sentido de auxiliá-los nesta etapa, tal auxílio se dava especialmente no reconhecimento das evidências. No entanto, uma vez que essa é uma etapa de sistematização coletiva, o uso dessas evidências durante a formulação de explicações, ficaria a cargo dos alunos. Outra função do professor(a) nesta etapa é a de fazer questionamentos que propiciem a construção de entendimentos pelos alunos para legitimar as conclusões estabelecidas. Desse modo, podemos perceber que os alunos têm maior liberdade nas atividades dessa etapa, pois o(a) professor(a) somente os auxilia, quando necessário, na busca por informações para sustentar suas ideias.

Com relação à quarta etapa (escrever e desenhar), podemos notar pelos três quadros, que apenas os aspectos “utilização de evidências nas explicações” e “comunicação e justificação de explicações” se fazem presentes. Os graus de abertura para o primeiro variaram entre 1 e 3, enquanto que para o segundo ficaram entre 1 e 2.

As variações observadas para o aspecto “utilização de evidências nas explicações” nesta etapa, nos permitem dizer que, as atividades que envolvem a expressão verbal das ideias construídas pelos alunos no processo, propiciam um maior grau de abertura a eles; já as atividades que os alunos têm pouca ou nenhuma experiência anterior (como a construção de gráficos), demandam um maior auxílio do professor na seleção das evidências apropriadas que servirão de base para suas comunicações, o que, por sua vez, determina um menor grau de abertura para os alunos.

Quanto ao aspecto “comunicação e justificação de explicações”, considerando-se que essa etapa é um momento em que os alunos expressam, individualmente, as aprendizagens construídas ao longo da investigação e a pouca idade que têm, eles necessitam do auxílio do(a) professor(a), que os instrui em como pronunciar seus entendimentos por meio de diferentes linguagens e formas de raciocínios da Ciência.

Podemos dizer que a quinta e última etapa (contextualização social), foi onde os graus de abertura mais variaram. Isso deve-se ao fato de que, após a exibição dos vídeos ou a leitura dos textos, o(a) professor(a) precisa auxiliar os alunos a correlacionar as informações com as experiências vivenciadas. Contudo, o direcionamento do(a) professor(a) ocorre em maior grau, quando os alunos precisam de acompanhamento mais direto na leitura, interpretação dos textos e correlação com os entendimentos construídos (como na SEI “O nosso lixo”, em que os alunos são solicitados a criar um texto com ajuda da professora; ou na SEI “Os solos e o plantio”, em que os alunos têm maior orientação para organizar e correlacionar as evidências apresentadas no texto que eles recebem; como também na SEI “O nosso lixo eletrônico”, em que os alunos recebem os dados a serem analisados nessa etapa); e em menor grau, quando os próprios alunos são capazes de correlacionar as interpretações das novas informações com os conhecimentos desenvolvidos (como na SEI “O nosso lixo”, em que os alunos reelaboram suas explicações a partir dos vídeos assistidos; ou como na SEI “Os solos e o plantio”, em que os alunos apresentam suas conclusões para o problema com maior liberdade; e também como na SEI “O nosso lixo eletrônico”, em que os alunos precisam refletir sobre a importância do consumo consciente para que possam estabelecer conclusões à problemática).

Observa-se que nessa etapa não foi identificado o grau de abertura 4 para nenhuma das SEI analisadas. Isso também se deve ao fato de que os sujeitos para

os quais as SEI foram elaboradas são crianças dos anos iniciais do Ensino Fundamental, que precisam, em algum grau, do acompanhamento do(a) professor(a) para que ocorra a apropriação dos conhecimentos nas situações correlatas.

Algo que devemos destacar é que, embora algumas etapas contemplem um grau de abertura maior do que outras, não podemos inferir que as variações desses graus de abertura ocorreram de acordo com os anos para os quais as SEI foram propostas. Isto é, a SEI “O nosso lixo”, proposta para a turma do 1º ano do Ensino Fundamental, não concede menor liberdade aos alunos se comparada às outras duas SEI destinadas ao 3º e 4º anos, bem como os graus de abertura de uma mesma SEI não aumentaram progressivamente conforme se avançava nas etapas da investigação. Pela análise, nos é possível afirmar, que os graus de abertura variaram conforme os objetivos de cada atividade proposta, a partir dos quais pressupomos que a aprendizagem dos alunos seria mais significativa.

Segundo Munford e Lima (2007), os aspectos fundamentais do ensino de Ciências por investigação previstos pelo NRC seriam incorporados às sequências investigativas dependendo dos conceitos a serem trabalhados, do tempo disponibilizado, da faixa etária dos alunos e da experiência do(a) professor(a). No nosso contexto de pesquisa, no entanto, por mais que tivéssemos diferentes faixas etárias e, conseqüentemente, que os conceitos trabalhados fossem diferentes (e, por isso, as atividades sugeridas também foram diferentes), todas as SEI foram estruturadas a partir das etapas de planejamento propostas por Carvalho (2013), que visam promover a participação ativa dos alunos na investigação e a vivência dos processos considerados essenciais no contexto de produção dos conhecimentos científicos: elaboração e teste de hipóteses; formulação de explicações e formulação de conclusões.

Isso justifica o fato evidenciado em nossa análise geral, de que a estrutura de SEI, proposta por Carvalho (2013), contempla todos os aspectos fundamentais do ensino de Ciências por investigação, ainda que o número de aspectos contemplados varie de uma etapa para a outra.

O que nos permite dizer, que as SEI propostas para esse contexto de ensino, contemplam, de modo geral, todos os aspectos essenciais previstos pelo NRC.

5.2 Análise dos impactos do desenvolvimento das SEI na comunidade escolar

As sequências investigativas apresentaram muitas atividades e em todas as fases houveram muitas participações nas quais as crianças expressavam ideias, as validavam ou refutavam ou traziam novas ideias. Esmiuçar todas essas discussões que aconteceram poderia ampliar demais a nossa análise e ultrapassar o escopo deste trabalho.

Dessa forma, escolhemos, nesta seção, apresentar a descrição de alguns momentos de ensino e trazer alguns recortes de trechos das interações discursivas estabelecidas entre os alunos e destes com a professora e a estagiária, com o intuito de exemplificar, clarificar e evidenciar a construção dos conceitos pelos alunos.

5.2.1 Proposta de SEI “O nosso lixo”

No primeiro dia do desenvolvimento da SEI, a professora pediu aos alunos que não jogassem os “lixinhos” de seus lanches na lixeira, pois eles seriam utilizados em uma atividade depois do recreio. No início da aula, ela forneceu explicações sobre cada tipo de lixo e as cores das lixeiras de coleta seletiva, associadas a eles. O trecho a seguir, ilustra como a professora apresentou a questão-problema para os alunos:

“Agora gente, olha só, durante essa nossa disciplina de Ciências, nós vamos estudar os materiais e as composições deles, né tia Bárbara?! [se remetendo à estagiária]. E durante essa semana, a tia Bárbara propôs para nós, que juntássemos o nosso lixinho do recreio. Tudo que a gente come durante o nosso lanche, a embalagem a gente não vai jogar fora. A gente vai dar um destino pra ele. Que são aquelas caixinhas ali. A gente vai ver o que cada uma significa, tá bom?!”

Em seguida, ela pediu aos alunos que colocassem os lixos que tinham reservado naquele dia, dentro das caixas que haviam sido separadas para o seu grupo. A professora colocou símbolos nas caixas (vide detalhes nas figuras 7 e 8), para diferenciar os grupos.



Figura 7: Caixas para coleta de lixo orgânico pelos alunos do grupo “bolinha”, “estrelinha” e “raiozinho”.



Figura 8: Caixas para coleta de plásticos (vermelhas) e papéis (azuis) pelos alunos do grupo “bolinha”, “estrelinha” e “raiozinho”.

Esse momento foi muito importante para saber o que os alunos já compreendiam da composição daqueles objetos. Contudo, isso só foi possível porque a professora criou um momento de discussão, no qual foram dadas oportunidades para que os alunos levantassem suas hipóteses sobre o material de cada embalagem.

Trazemos a seguir, um trecho desse diálogo, em que a professora e a estagiária discutiam com os alunos a composição de um dos lixos que uma aluna entregou à professora.

Professora 1: *Que que tem de papel aí para colocar na caixinha azul, para a gente estrear?*

Letícia: *Esse aqui.* [mostra uma embalagem de bolinho industrializado]

Professora 1: *Isso é papel?*

Estagiária: *Você acha que isso é papel, Letícia? Mostra para os seus coleguinhas para ver o que eles acham.*

Laís: *Plástico! Plástico!*

Helena: *Não. Plástico.*

Professora 1: *É plástico? Por que vocês estão achando que isso aqui é plástico?*

Helena: *Porque faz um barulhinho de plástico, igual as sacolinhas que minha mãe faz compra.*

Professora 1: *Faz um barulhinho de plástico. Então isso aqui é plástico?*

Alunos: *Sim.*

Estagiária: *Então para qual caixinha ele tem que ir?*

Alunos: *Vermelha!!!*

A partir desse trecho, é possível perceber que a explicação que a aluna Helena apresenta é baseada em suas percepções cotidianas e que não houve complementos dos demais alunos, uma vez que a sua afirmação foi aceita como plausível por todos os colegas que, muito provavelmente, compartilhavam das mesmas percepções sensoriais. Assim, todos concordaram que aquele lixinho deveria ir para a caixa vermelha.

Em um outro momento dessa mesma aula, a professora mostrou uma caixinha de suco, chamando a atenção dos alunos para que eles percebessem que havia um plástico colado na caixinha e que este deveria ser separado. Ela fez isso perguntando qual era a composição daquela caixinha e quando obteve a resposta coletiva “papel”, questionou os alunos, se tudo ali era, de fato, papel. Alguns alunos responderam afirmativamente, mas um dos alunos, ao perceber que havia um plástico usado para embalar o canudinho, colado na caixa, chamou a atenção de seus colegas:

Vitor: *Tem plástico Júlia! Olha lá! Tá colado.*

Professora 1: *Então vamos colocar no lugar certo isso aqui?!* [retira o plástico da caixinha de suco e aponta para a caixa vermelha]

A consideração das ideias prévias dos alunos expressas nas hipóteses sobre os tipos de lixo e nas justificativas para essas hipóteses, fornecidas a partir dos questionamentos da professora e da estagiária, foi essencial para a certificação do entendimento dos alunos acerca do problema proposto e do que eles deveriam fazer.

Ainda na primeira aula, identificamos um outro elemento que foi muito importante para o andamento da investigação realizada pelos alunos. No momento

em que a professora e a estagiária discutiam sobre o lixo orgânico, uma das alunas apresentou uma maçã para ser colocada na caixa marrom e outra aluna entregou à professora um pedaço de bolo. Naquele momento, a professora questionou toda a turma, se aquele bolo seria lixo orgânico e uma terceira aluna respondeu que apenas a maçã seria. Nem a professora e nem a estagiária discutiram sobre as afirmações apresentadas. A professora apenas disse a eles que colocassem dentro das caixas somente as sobras do lanche e que, como aquele bolo que a aluna havia entregue estava inteiro, poderia ser levado para casa ao invés de ir para o lixo.

A afirmação da aluna que considerava apenas a maçã como lixo orgânico não foi explorada e os alunos continuaram a citar outros exemplos de lixo orgânico. Porém, ainda que tenha acontecido de maneira involuntária, o fato da professora não categorizar para eles naquele momento, foi muito importante para o processo de coleta de dados.

Em um dos dias subsequentes da coleta, um dos grupos colocou biscoitos dentro de sua caixa marrom e, ao invés de retirá-los, a professora colocou as caixas marrons do lado de fora da sala e deixou os biscoitos lá dentro para que os alunos investigassem o que aconteceria e pudessem discutir posteriormente. Essa ação da professora, desta vez, realizada de forma mais consciente que a primeira, está em conformidade com Carvalho (2013), que defende que o(a) professor(a) precisa considerar todas as hipóteses levantadas pelos alunos e deixar que eles as testem, sendo necessária a retomada delas posteriormente, para que os alunos tomem consciência de suas ações.

Apresentamos a seguir, a transcrição de um episódio de ensino que apresenta um momento da investigação em que, após a semana em que os alunos separaram os lixos, foi possível a retomada da discussão sobre o lixo orgânico. Naquele momento, a professora os levou para fora da sala para debaterem sobre esse tipo de lixo.

Professora 1: *E o que é lixo orgânico, gente?*

Pedro: *Restos de comida que sobra e... e é um ótimo adubo.*

Estagiária: *Mas todo aquele lixo que vocês colocaram, vira adubo?*

Pedro: *Não. Na nossa caixa, os biscoitos não viraram adubo.*

Estagiária: *E por que você acha que aquele biscoito não vira adubo, Pedro?*

Júlia: *Porque eles têm muito doce.*

Estagiária: *Muito bem! Os biscoitos têm muito doce, não têm?! O que aconteceu nas caixinhas?*

Carolina: *Está cheio de bicho!*

Júlia: *Porque as formigas gostam muito de doce.*

Carolina: *E as formigas matam as plantinhas.*

Estagiária: *Então o que vocês acham que pode ser adubo nas caixinhas?*

Marina: *Todas as cascas... todas as cascas de banana. Aí, pode usar pra jogar na planta, que ele é um ótimo... é, ele é... um alimento rico para a planta.*

Professora 1: *Muito bem! Olha, vocês lembram que a Marina falou que na casa dela coloca os restos de alimento, né... a casca da banana, a semente da frutinha, a casca da fruta, eles colocam na composteira. O que é essa composteira? Explica para nós.*

Marina: *É uma coisa que algum, tipo... tipo... na composteira joga tudo né...*

Professora 1: *Tudo o quê?*

Marina: *Aí um dia que já pôs tudo lá, aí pode... aí pode jogar lá nas plantas.*

Professora 1: *Então a composteira é um lugar que coloca as cascas para virar adubo?*

Marina: *Aham!*

Clara: *Lá na minha escola antiga, tinha um tanto desses lixos, só que aquelas latas maiores. Tinha lixo orgânico e lá... a gente tinha uma aula, que a gente fazia adubo para as plantinhas. A gente colocava todo resto de banana, cascas... e aí a gente colocava nas plantas, porque lá é cheio de mato.*

Ao longo dessa discussão, os alunos também foram questionados sobre o quê poderia ser feito com os biscoitos que foram colocados na caixa, uma vez que eles chegaram à conclusão que não poderiam servir como adubo. Carolina respondeu que eles poderiam *“colocar na geladeira para quando chegar outro dia ter vontade de comer, e aí comer”*.

Podemos observar no início do diálogo que os alunos, a partir das observações que realizaram ao longo da semana, foram capazes de avaliar a diferença entre os restos de frutas e os pedaços de biscoito que foram colocados na caixa de um dos grupos, fornecendo indícios de que compreenderam a ideia de adubo. Assim que a estagiária perguntou se todos os lixos viraram adubo, Pedro prontamente respondeu que não e Júlia justificou que isso se deu pelo açúcar presente na composição dos biscoitos, que poderia atrair insetos. Além disso, eles reconheceram as cascas (Marina) e restos de frutas (Clara) como materiais que poderiam compor o adubo.

Os alunos construíram os entendimentos sobre o lixo orgânico não só a partir das evidências coletadas, mas também com base nos conhecimentos prévios que eles trouxeram para a discussão, como podemos notar através das falas das alunas Marina e Clara que expressaram, a partir de práticas realizadas por elas, anteriormente, o entendimento de que o adubo enriquece o solo com substâncias adequadas às plantas.

Além disso, é possível constatar, com base nas respostas dos alunos aos questionamentos feitos pela professora e pela estagiária sobre o destino que poderia ter aqueles biscoitos e bolos, que os alunos iniciaram a manifestação de uma preocupação quanto aos lanches que levavam para a escola. Porém, essa ideia de redução, como aquela expressa por Carolina e mencionada anteriormente, só foi melhor explorada a partir das discussões sobre o vídeo da Turma da Mônica que eles assistiram, o qual ressaltava a importância da redução, da reutilização e da reciclagem para preservação do meio ambiente.

Com base nas informações trazidas pelo vídeo, ao serem questionados sobre o que seria a redução, os alunos, de imediato, deram respostas relacionadas aos seus lanches. Por exemplo: *“parar de trazer caixa de suco”*; *“guardar o que sobrou na lancheira e comer em casa”*; *“colocar o suco na garrafa e usar ela no outro dia, igual o Guilherme faz”*; *“a gente pode usar um paninho, igual esse aqui”* (se referindo à ação de substituir o guardanapo de papel pela toalha de tecido).

Durante essa discussão, a estagiária relembrou a fala de uma aluna que, em uma aula anterior, tinha dito que guardou um guardanapo e levou para casa, pois não o havia utilizado. Ao questioná-los a qual dos “R” aquela atitude corresponderia, eles expressaram dúvidas acerca da diferença entre reutilizar e reciclar.

Naquela ocasião, uma das alunas explicou o significado de reutilizar, usando como exemplo um brinquedo feito pelos seus familiares a partir de garrafas pet. Para explicar a reciclagem, a discussão foi mediada pela retomada da explicação do vídeo assistido. Isso fez com que os alunos relembassem as cenas e até mesmo as falas dos personagens e, por meio deles, que construíssem um novo significado.

Nessa discussão, a professora propôs a sistematização dos conhecimentos a partir da expressão verbal de ideias sobre o que cada um poderia fazer para “salvar o planeta” (tema do vídeo assistido). Isso foi proposto devido à faixa etária dos alunos, que ainda se encontravam na fase de alfabetização. Eles poucas vezes eram solicitados a escrever suas ideias porque, segundo a professora, poderiam facilmente se distrair, enquanto buscavam pela forma correta da escrita.

Dessa forma, cada aluno teve o seu momento de fala. Alguns foram além dos lanches que eles levavam para o recreio e afirmaram que poderiam contribuir para a diminuição, não jogando lixo nas ruas e nos rios, não jogando óleo na pia, utilizando todos os lados do papel, entre outras formas mencionadas.

Notamos que durante as discussões, os alunos sempre traziam exemplos de cenários vistos durante o percurso para a escola, experiências vivenciadas por eles, familiares e vizinhos, assim como mencionavam cenas de desenhos animados aos quais já haviam assistido. O que nos permite confirmar a importância dos conhecimentos cotidianos para a ascensão dos conhecimentos científicos (CARVALHO, 2013).

Em uma das aulas, quando estava sendo discutido sobre as consequências dos destinos finais que são dados a alguns materiais, a professora e a estagiária haviam projetado algumas imagens e pediam aos alunos que descrevessem o que viam. A seguir, trazemos um trecho desse diálogo, em que é possível notar como os alunos buscavam associar os conhecimentos que construíam com os conhecimentos cotidianos.

Davi: *Tia, a primeira pergunta da foto da tartaruga que estava aí [vide figura 9], eu já vi um vídeo, quer dizer, eu já vi um desenho... de umas tartarugas que quase foram pegadas por um homem que tinha jogado uma rede de todo tamanho e que... ele... ele capturou um monte de tartaruga.*

Laís: *Coitadinhas!*

Davi: *E a segunda, que... aquele monte de lixo lá [vide figura 10], eu já vi um desenho de um cara que jogou uma pilha de lixo do caminhão dele lá no mar.*

Estagiária: *Pois é. A gente já viu o que acontece com os animais do mar, não é?! Só que não são só os animais do mar que sofrem. Olhem só, essa próxima imagem [vide figura 11]! Vocês sabem como o papel é feito? O que a gente precisa, para fazer o papel?*

Vitor: *Árvore!*

Estagiária: *E quando a gente gasta muito papel...*

Vitor: *E pega a folha dela para fazer papel e maltrata a natureza.*

Estagiária: *E quando a gente pega esse monte de papel e gasta e depois a gente vai lá, tem que arrancar um monte de árvores para fazer mais papel, aí você falou que maltrata a natureza, não é?! Aí o que acontece com os animais que vivem naquele ambiente?*

Vitor: *Aí, os animais que vivem naquela natureza, eles vão morrer.*

Estagiária: *Ah, e o que vocês estão vendo nessa imagem, aí?*

Laís: *Um bichinho que não dá para ver qual é.*

Estagiária: *É um coala esse bichinho.*

Vitor: *Ah, um coala. Eu já vi um coala.*

Estagiária: *E como é o lugar onde ele está?*

Vitor: *No meio da terra, porque não tem mato para ele andar.*

Carolina: *No meio de nada.*

Laís: *Porque arrancou as árvores para fazer papel.*

Vitor: *Não tem mais nenhuma árvore para ele subir e eles gostam muito de árvores para viver.*

Estagiária: *Isso mesmo! Agora olha essa imagem aqui, de quando a gente não joga o lixo dentro da lixeira, o que acontece [vide figura 12].*

Vitor: Tudo poluído por conta das pessoas maldosas que jogaram lá na rua... e os bichinhos, que acham que é comida, comem e morrem.

Estagiária: Mas o que mais acontece quando joga lixo na rua?

Vitor: Aí chove e a chuva leva para o rio e aí os peixinhos e todos os bichos morrem.

Estagiária: Isso pode acontecer... que o Vitor falou. Vem a chuva, esses lixos todos que estão no chão, vão para onde?

Vitor: Vão para os rios, para os mares...

Júlia: Ô tia... sabia, que um dia eu fui para um lugar, que eu vi cheio de lixo espalhado, e eu vi que tinha pessoas que estavam procurando comida.

Professora 1: Acontece muito isso. Às vezes as pessoas mais pobres procuram comida no lixo. Vocês mesmo não jogaram um tanto de restos de alimentos no lixo?! As pessoas que não têm o que comer, procuram lá. Só que no meio do lixo a gente pode pegar o quê?

Clara: Doenças.

Professora 1: E quando vem a chuva, o que acontece com a rua?

Lais: Vai ficar juntando, juntando, juntando... ficar cheio de lixo, até nenhum carro poder andar.

Clara: Vai encher de água.

Estagiária: Vai encher de água. Vocês já viram isso?

Davi: Tia, lá perto da casa da minha vó, aconteceu enchente porque muitas pessoas jogaram lixo e entupiram o ralo [refere-se ao bueiro], aí estava entrando enchente na garagem de um moço que estava trabalhando. Aí quando o moço foi sair, entrou muita água no carro dele.

Professora 1: Agora a Marina vai falar, porque ela está com o dedinho levantado e daí a gente vai fechar para vocês irem lanchar. Aí depois do recreio a gente vai fazer o nosso texto.

Marina: Lá na reportagem, eu vi que todas as pessoas estavam jogando muito lixo, aí... aí...

Estagiária: Estavam jogando lixo, onde? Na rua?

Marina: É. Aí, nessa cidade eu vi que todas as pessoas... elas estavam... causando quase um rio lá.



Figura 9: Tartaruga marinha confunde lixos no oceano com alimento⁸.

⁸ <https://roteirosecotrilhas.com.br/2019/01/17/areia-nao-e-lixo-curta-o-melhor-das-praias-sem-sujeira/>



Figura 10: “Mar de lixo” em praia do Caribe⁹.



Figura 11: Coala “desolado” em uma área que abrigava uma floresta de pinheiros na Austrália¹⁰.



Figura 12: Acúmulo de lixo em trecho da cidade de Porto Alegre¹¹.

⁹ <https://www.boletimambiental.com.br/noticia/2017-11-08/mar-de-lixo-no-caribe/>

¹⁰ <http://g1.globo.com/natureza/noticia/2013/05/coala-encontrado-em-area-desmatada-na-australia-e-libertado-veja-video.html>

¹¹ <https://gauchazh.clicrbs.com.br/porto-alegre/noticia/2018/04/porto-alegre-amanhece-com-lixo-acumulado-nas-ruas-cjftk3xil011a01tgnzq0i85a.html>

Essa apropriação de conhecimentos científicos como o de reciclagem, por exemplo, não ocorreu espontaneamente. Em aulas anteriores, quando eles tiveram que propor destinos para os lixos coletados, as ações propostas por todos os grupos se referiam à confecção de brinquedos feitos a partir de um lixo específico ou da junção de alguns deles. E, mesmo quando a professora perguntava se eles tinham outras ideias além de brinquedos, eles diziam não saber outro destino. Apesar disso, acreditamos que os alunos já tinham conhecimento da existência de outros destinos para os lixos – uma vez que, de alguma forma, fizeram menção a atitudes de reciclagem, reutilização e redução do lixo ao longo do processo investigativo –, mas que, como afirmam Lima e Maués (2006), eles não tinham consciência desses conceitos, naturalmente obtidos do meio em que vivem.

Foi somente quando debateram sobre os diferentes destinos possíveis para o lixo e analisaram a quantidade de lixo gerado durante aqueles cinco dias (vide figura 13, que exemplifica a quantidade de lixo gerada por apenas quatro alunos no recreio) é que começaram a pensar nos impactos que todo aquele lixo poderia trazer para o meio ambiente se tivessem um descarte incorreto. Isso evidencia que os alunos estabeleceram relações dos conceitos que estavam construindo com suas próprias experiências, a partir das reflexões e das comunicações que realizaram (PEDASTE et al., 2015).



Figura 13: Caixa azul correspondente ao lixo de papel gerado por um grupo de quatro alunos após cinco dias de coleta.

A partir dessas reflexões, é que os alunos também realizaram tomadas de decisões quanto ao lanche que passariam a levar para o recreio. Não só em relação à quantidade de lanche e às embalagens usadas, como também quanto ao que levar para o lanche. Percebemos que em aulas posteriores ao desenvolvimento da SEI, eles sempre destacavam as mudanças que vinham fazendo, mostrando frutas (algo que não era tão comum na turma), sucos naturais em substituição aos sucos de caixinhas, bolos e biscoitos (alguns caseiros) em substituição aos lanches industrializados, entre outras. Uma dessas falas nos chamou atenção e a destacamos aqui, com o intuito de explicitar um posicionamento representativo de toda a turma.

“A minha mãe comprou uma garrafa com água e aí eu falei com ela para não jogar fora porque eu... eu, podia usar ela para tomar água na escola e aí, hoje eu trouxe ela e outra garrafinha com o meu suco... eu trouxe tudo que eu vou comer em uma vasilinha... aqui tem um bolo que meu pai fez, tia! E amanhã, eu vou trazer ela [se refere à garrafinha] de novo.” (Fala de Felipe, manifestada durante a aula em que se iniciavam os ensaios para a apresentação da feira de Ciências, sete dias após a finalização da SEI).

Durante a criação do texto coletivo, elaborado com a finalidade de comunicarem alguns pontos das aprendizagens desenvolvidas durante a SEI, a professora escrevia no quadro da sala as ideias dos alunos para que eles pudessem acompanhar a estrutura do texto que estavam construindo (vide figura 14). Posteriormente, ela pediu aos alunos, que sugerissem um título para o texto. Todas as ideias dos alunos, foram listadas no quadro e cada aluno votou em uma das possibilidades. Em seguida, como houve empate entre dois títulos (em detalhe na figura 14), ela abriu nova votação para a escolha do título final. O texto coletivo foi editado pela professora e reproduzido na forma apresentada na figura 15.

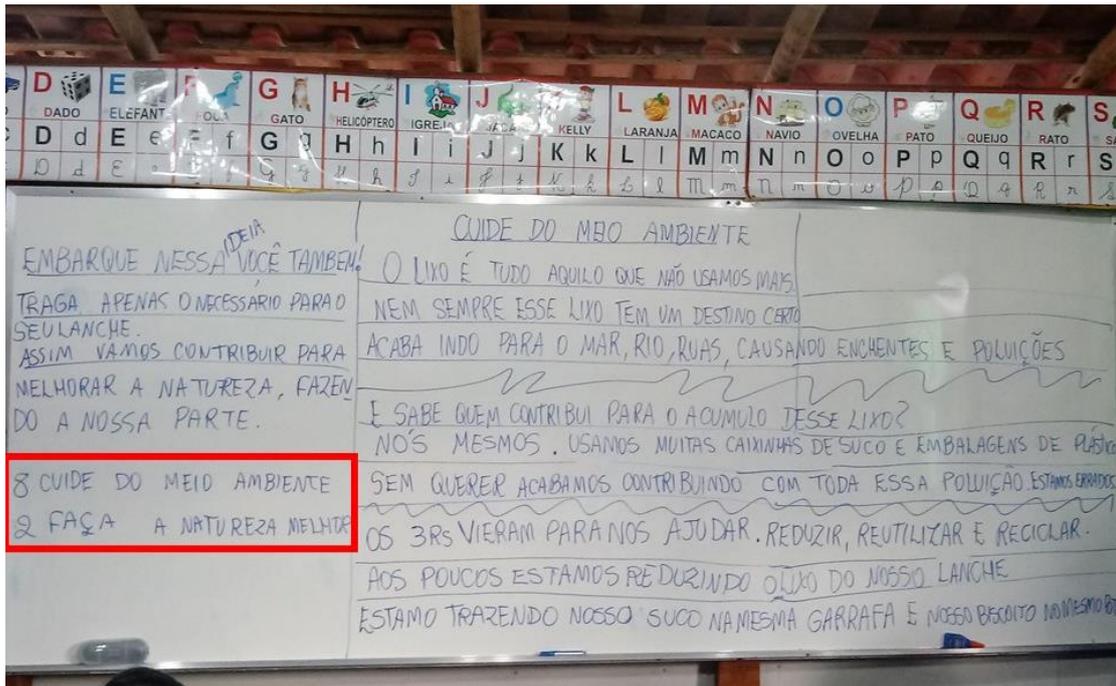


Figura 14: Texto coletivo sendo produzido pelos alunos. No canto esquerdo do quadro, em destaque, os dois títulos sugeridos que mais tiveram votos.

CUIDE DO MEIO AMBIENTE



O LIXO É TUDO AQUILO QUE NÃO USAMOS MAIS. NEM SEMPRE ESSE LIXO TEM UM DESTINO CERTO. TODO LIXO ACABA INDO PARA AS RUAS, RIOS E MARES, CAUSANDO ENCHENTES E POLUIÇÕES.

E SABE QUEM CONTRIBUI PARA O ACÚMULO DESSE LIXO? NÓS MESMOS. USAMOS MUITAS CAIXINHAS DE SUCO E EMBALAGENS DE PLÁSTICO E MUITAS OUTRAS COISAS. SEM QUERER ACABAMOS CONTRIBUINDO COM TODA ESSA POLUIÇÃO. ENTÃO ESTAMOS ERRADOS!

OS 3 R'S VIERAM PARA NOS AJUDAR; REDUZIR, REUTILIZAR E RECICLAR. AOS POUCOS ESTAMOS REDUZINDO O LIXO DO NOSSO LANCHE. ESTAMOS TRAZENDO NOSSO SUCO NA MESMA GARRAFA E NOSSO BISCOITO NO MESMO POTE.

EMBARQUE NESTA IDEIA VOCÊ TAMBÉM! TRAGA APENAS O NECESSÁRIO PARA O SEU LANCHE, ALEM DE REDUZIR A QUANTIDADE DE LIXO VAMOS EVITAR O DESPERDÍCIO DOS ALIMENTOS. ASSIM VAMOS CONTRIBUIR PARA MELHORAR A NATUREZA, FAZENDO A NOSSA PARTE.




Figura 15: Texto produzido pelos alunos do 1º ano do Ensino Fundamental ao final da sequência investigativa.

Enquanto criavam um texto coletivo, uma discussão foi gerada pelo questionamento de Felipe sobre a amplitude daquelas ações com relação à comunidade escolar, conforme indica a transcrição a seguir:

Felipe: *Também... a gente só pode fazer isso aqui nessa sala ou a gente tem que fazer nas outras?*

Professora: *A gente pode passar nas outras turmas depois do texto que a gente construiu, convidando eles a produzir menos lixo. A gente pode fazer esse textinho explicativo e entregar para eles ficarem conscientes também.*

Estagiária: *O que você acha Felipe, seria bom se toda a escola reduzisse o lixo do lanchinho?*

Professora: *Olha que ideia ótima!*

Felipe: *Aí, ia ser muito bom para a natureza!*

Essa ideia do aluno Felipe, foi enviada à coordenação da escola juntamente com o texto coletivo produzido. Devido ao fato de a SEI ter sido desenvolvida até o final do primeiro semestre letivo, o texto foi apresentado às demais turmas da escola no início do segundo semestre.

Após o desenvolvimento dessa SEI, a professora da turma criou uma peça teatral para ser apresentada na feira de Ciências da escola. Essa peça retratava os alunos num recreio escolar, conversando entre si sobre os lanches que haviam levado e utilizando, como justificativas para suas escolhas, os impactos que estes poderiam causar no meio ambiente. Algumas das falas utilizadas pela professora para a criação da peça foram afirmações dos próprios alunos, expressas durante a investigação.

5.2.2 Proposta de SEI “Os solos e o plantio”

Ao iniciar a SEI, antes de propor o problema para os alunos, a professora entregou a eles um questionário (presente no apêndice B), deu um tempo para que todos respondessem e, em seguida, apresentassem suas respostas para toda a classe. Nesse questionário inicial, os alunos deveriam citar alimentos advindos de plantações que eles consumiam; o que eles consideravam necessário para um bom cultivo dos alimentos que citaram; e explicar a importância que eles atribuíam à agricultura no dia a dia.

Os alunos responderam oralmente, um a um, todas as questões do questionário inicial. Em suas respostas, todos eles reconheceram que água e a luz solar são indispensáveis para a sobrevivência das plantas. Além disso, alguns falaram sobre a necessidade de uma terra fértil – usando termos como “*terra boa*”, “*terra adequada*”, “*esterco*”, “*terra adubada com cascas de frutas*” – e a importância do

cuidado diário para que as plantas possam se desenvolver. Um dos alunos ressaltou ainda a importância do calor para o crescimento de algumas plantas afirmando que, “*uma planta de sol*” deveria ser mantida no sol; “... *se não, mantenha [a planta] na sombra*”. Ao responderem sobre a importância da agricultura nos nossos dias, os alunos mencionaram a necessidade de se ter hábitos alimentares saudáveis, consumindo frutas e verduras, o fato de terem hortas em suas casas e a geração de empregos pela agricultura.

Somente após essa discussão inicial é que a professora dividiu a turma em grupos menores e os levou até o pátio da escola para que plantassem feijões. Eles foram plantados em garrafas pet previamente preparadas pela estagiária. As garrafas foram cortadas e furadas para permitir o escoamento de água. Cada grupo tinha três garrafas, nas quais os alunos colocaram amostras dos diferentes tipos de solo (exceto do solo com rejeito de mineração, em que apenas a estagiária tocou nesse primeiro momento) e alguns grãos de feijão.

Ao invés de simplesmente enunciar a questão-problema para os alunos, a professora abriu um novo momento de discussão, para levantar suas compreensões sobre cada tipo de solo que seria trabalhado (solo húmico, solo que sofreu queimadas, solo com rejeito de mineração) para facilitar o entendimento do que estava sendo proposto e o engajamento na investigação (PEDASTE et al., 2015).

Para propiciar que os alunos exprimissem seus raciocínios, a professora disse que haviam nos sacos três materiais diferentes e os guiou por meio de questionamentos para que levantassem hipóteses sobre o que teria naquelas amostras que as diferenciavam. Com esse objetivo, ela fez questionamentos, como: “*Alguém já ouviu falar o que é rico em húmus?*”; “*O que seria húmus?*”; “*Olha aqui! Prestem atenção na cor desse solo. Vocês acham que é o mesmo solo anterior?*”; “*E por que você acha que ele é mais escuro?*”; “*O que aconteceu com ele, que ele é mais escuro?*”; “*E por que vocês acham que ela [a estagiária] está utilizando luvas e não está pegando igual nós fizemos com as outras terras? [Se refere ao fato de a estagiária ter usado luvas para plantar as sementes de feijão no solo com rejeito de mineração, o qual, diferentemente dos demais, eles não foram autorizados a manipular naquele dia]*”.

Durante esse segundo momento de discussão, a professora e a estagiária escutaram todas as ideias que os alunos expuseram, somente fazendo mais questionamentos diante das afirmações que eles traziam.

Após o plantio, a professora entregou uma folha aos alunos (quadro A, apêndice B), solicitando que eles registrassem suas hipóteses sobre o que iria acontecer com os feijões em cada tipo de solo. Depois que eles escreveram, ela pediu para que cada um apresentasse suas hipóteses.

Analisando os registros, notamos que, os alunos na tentativa de dizer que no solo rico em húmus os feijões iriam se desenvolver mais que os feijões plantados no solo que sofreu queimadas e que no solo com rejeito de mineração os feijões não iriam crescer, utilizaram expressões, como: *“crescer mais ou menos bom”*; *“dar errado”*; *“não vai dar tão certo”*; *“vai crescer lento”*.

Em seguida, a estagiária pediu-lhes que explicassem melhor suas hipóteses e as justificassem. A seguir, apresentamos a fala de um dos alunos para exemplificar como eles expressavam essas explicações durante esses esclarecimentos.

“Vai crescer saudável, forte... é a melhor terra para o plantio [referindo-se ao solo rico em húmus]. E a terra queimada, não vai dar tão certo, porque está queimada e aí a planta vai queimar e vai crescer toda seca e... o feijão não vai sair direito. Na terra com minerais, não vai dar certo, porque tem minerais tóxicos para... que não vai fazer crescer direito e aí vai crescer feia.”

Assim como nesta fala, a maioria dos alunos explicou o crescimento dos feijões, comparando-os com os que estavam plantados nos outros tipos de solo. Naquele momento, eles se atentaram apenas para a altura dos pés de feijão, sem considerar outros aspectos do desenvolvimento das plantas.

Os alunos, tiveram uma rotina estabelecida para observação e rega dos canteiros. Essa etapa da investigação durou 21 dias e foi repetida a cada dois dias. Nela, os alunos pegavam seus respectivos canteiros, se reuniam com seu grupo e discutiam as diferenças em relação ao último dia analisado. Após fazerem suas anotações, se dirigiam à sacada da sala de aula, onde ficavam os canteiros, para realizarem a rega. As figuras 16 e 17 ilustram os canteiros de um dos grupos e suas folhas de anotações e o processo de rega, respectivamente.



Figura 16: Canteiros de um dos grupos e material utilizado para anotações das observações, no chão da sala.



Figura 17: A rega aos canteiros realizada por um dos grupos.

O fato de haver essa rotina de coleta de dados e reflexão do que observavam, envolveu bastante os alunos. Eles se mobilizavam até mesmo fora do momento da aula destinado para tal. Era muito comum, ver os alunos explicarem o experimento e suas observações para os colegas dos outros grupos e para outros membros da comunidade escolar. Além disso, pelo fato dos canteiros ficarem na sacada da sala de aula, sempre que os alunos chegavam na sala, iam observá-los.

No último dia de observação, a estagiária levou algumas luvas de látex para que os alunos mexessem nas amostras de solo com rejeito de mineração. Isso os deixou bastante empolgados. Alguns alunos retiraram os grãos de feijão de dentro do canteiro, para verificar e comparar como estavam, após as três semanas do plantio.

Para o registro das observações, a professora, inicialmente, os guiou, pedindo que escrevessem sobre as mudanças que percebiam nos feijões de cada canteiro. Posteriormente, ela não interferiu mais nas anotações, deixando-os livres para discutir nos grupos e determinarem qual(is) variável(is) eles julgavam importante(s).

Foi possível observar que suas anotações iniciais abarcavam apenas características referentes à germinação dos feijões e que, posteriormente, eles passaram a contemplar outras características como a altura das plantas e de suas folhas. Isso pode ser notado a partir das figuras 18 e 19 que contêm exemplos dessas anotações.

ANOTAÇÕES DO DESENVOLVIMENTO DO FEIJÃO- FEIRA DE	
DATA	ANOTAÇÕES
12/01/19	Nenhum dos 3 feijões mudaram.
12/02/19	Nenhum dos 3 feijões cresceram.
12/03/19	Acobertei mudanças no solo rico em húmus e no solo queimado, os feijões começaram a crescer, a raiz apareceu e eles ficaram verdes, e no solo com minerais não houve mudanças.
12/04/19	O feijão do solo rico em húmus e solo queimado cresceram mais, apareceu as folhas e os feijões alviram e no solo com minerais não cresceram nada.
	Os feijões do solo rico em húmus cresceram muito, os 4 feijões cresceram e os feijões do solo queimado cresceram mais, 3 feijões cresceram e o solo com minerais não cresceram mais o feijão ficou pre

Figura 18: Anotações dos primeiros dias de desenvolvimento dos feijões, no registro do grupo 2.

DIA	ANOTAÇÕES
6º DIA <u>5/6/2029</u>	As raízes dos feijões do solo queimado e do solo rico em húmus apareceram e eles cresceram e o feijão do solo com minerais não aconteceu nada.
7º DIA <u>20/5/2029</u>	Após 21 dias, o feijão do solo rico em húmus cresceu mais a folha tem 9 cm e a altura é de 39 e meio cm. O feijão do solo queimado cresceu bastante a folha tem 9 e meio cm e a altura é de 18 cm. O feijão do solo com minerais não cresceu nada.
8º DIA <u> / / </u>	

Figura 19: Anotações dos últimos dias de desenvolvimento dos feijões, no registro do grupo 2.

Essa mudança de atitude dos alunos, possivelmente, foi originada pelo movimento de uma aluna que, em discussão com seu grupo em um dos dias de coleta de informações, decidiu utilizar uma régua para comparar a altura dos pés de feijões nos canteiros do seu grupo (vide figura 20).



Figura 20: Aluna mede e compara a altura das plantas.

A partir da ação desta aluna, a qual a professora chamou a atenção do restante da turma, para que os outros alunos também passassem a se atentar para mais detalhes em seus canteiros, desencadeou iniciativas em seus colegas de classe não só de medir a altura dos feijões durante os dias que se seguiram, como também de analisar outras partes das plantas, como as suas folhas e raízes. Alguns alunos

relataram essas iniciativas, durante a sistematização coletiva, como ilustra o trecho transcrito a seguir:

Bianca: *Ô tia, eu decidi ver como eram as raízes embaixo do meu feijão, né...*

Estagiária: *E as raízes eram iguais em todos os solos?*

Bianca: *Não, porque no meu grupo eu vi que tinha umas raízes brancas e no outro grupo eu vi que não tinha, que ela estava meio marrom.*

Estagiária: *Em qual solo?*

Bianca: *No solo rico em húmus e no solo queimado, mas o solo rico em húmus tinha mais raízes. E no solo com rejeito de mineração não cresceu nada, a gente não viu nenhuma raiz.*

Alice: *Ô tia, eu não sei se é, mas parece que em todos os grupos, o que cresceu mais foi o rico em húmus.*

Estagiária: *E só o tamanho que ficaram os feijões que foi diferente... no solo rico em húmus e no solo queimado?*

Bianca: *Não, não foi. A cor também.*

Estagiária: *A cor do quê?*

Gabriel: *A cor das folhas. As folhas do solo queimado estavam mais escuras e a do rico em húmus estavam mais claras.*

Estagiária: *Mais alguma coisa que vocês conseguiram ver? Alguma diferença além da cor das folhas?*

Bianca: *Tia, eu percebi. As vagens [refere-se aos cotilédones¹²] do solo queimado estavam um pouquinho menores do que no solo húmido.*

Mateus: *Eu também percebi isto.*

Podemos perceber que diferentemente do levantamento de hipóteses, durante as observações, os alunos levaram em consideração a coloração das folhas, a quantidade e as cores das raízes e o tamanho dos cotilédones dos feijões. Mesmo quando os alunos comunicavam sobre os tamanhos dos feijões, eles não só compararam o desenvolvimento dos feijões em seus três canteiros, como também, é possível notar pela fala da aluna Alice, que eles observaram os tamanhos dos pés de feijão dos canteiros dos demais grupos da turma.

Ainda durante a sistematização coletiva, a professora retomou as hipóteses dos alunos, questionando-os se tudo havia ocorrido como eles tinham previsto. A princípio, os alunos se limitaram a responder afirmativamente, mas quando, a partir de um questionamento de verificação da professora, uma das alunas negou, seus colegas passaram a relatar as hipóteses que se mantiveram e as que foram reconstruídas a partir das evidências. Um trecho desse diálogo é apresentado e discutido a seguir:

Professora 2: *(...) aconteceu no de vocês o que vocês colocaram?*

¹² “Folha seminal ou embrionária que contém as reservas necessárias à germinação e ao desenvolvimento inicial da planta”. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijao/arvore/CONTAG01_9_1311200215101.html

Alunos: *Sim!*

Professora 2: *Em todos os tipos de solo?*

Paula: *Espera aí! O meu queimado foi diferente. Eu achava que no meu queimado, não iam crescer.*

Professora 2: *E por que você acha que aconteceu o inverso do que você imaginou?*

Paula: *Ele estava queimado e aí a gente foi colocando água e foi melhorando ele.*

Possivelmente, por não terem experiências anteriores com esse tipo de abordagem ou por entenderem que suas previsões estariam “corretas” se coincidissem com as suas observações, os alunos se limitaram a responder “sim” ao questionamento inicial da professora. Os alunos muitas das vezes concedem ao erro um significado de fracasso e, por isso, não contrapõem o professor ou confrontam as próprias hipóteses (ZYTKUEWISZ; BEGO, 2018). Por esse motivo é tão importante a ação do professor de refazer a pergunta, concedendo tempo para que os alunos pensem e elaborem explicações (CARVALHO, 2013).

Dessa forma, quando a professora voltou a questioná-los para verificar as compreensões de suas observações, permitiu que o diálogo acontecesse, porque criou condições para que os alunos refletissem e revisassem o processo, promovendo uma participação intensa dos alunos, que não tiveram receios para expor suas ideias. Quando a aluna Paula, expôs sua hipótese inicial contrária e argumentou fornecendo uma explicação para a observação de seu grupo – de que os feijões se desenvolveram no solo que sofreu queimadas devido à rega –, outros alunos também manifestaram hipóteses semelhantes e forneceram novas explicações a partir das quais consideraram que além da água, a luz solar também seria um fator que contribuiu para o desenvolvimento dos feijões naquele tipo de solo. Alguns alunos, também relataram que os feijões haviam crescido mais do que eles esperavam e ressaltaram que haviam suposto que, naquele solo, o feijão cresceria menos, se comparado aos feijões que estavam no solo rico em húmus.

Como havia consenso entre o grupo da aluna Paula e os demais grupos, de que a água era o fator que havia favorecido o desenvolvimento dos feijões naquele solo, a estagiária questionou se eles consideravam que um solo que sofre queimadas perde apenas “umidade”. Como alguns alunos responderam negativamente, a professora e a estagiária conduziram o diálogo de forma que os alunos considerassem em suas explicações que, para além da água e da luminosidade, as plantas necessitam também de nutrientes para crescerem.

Professora 2: *Presta atenção aqui, gente! O que tem de diferente no solo queimado que apesar disso, o feijãozinho cresceu? A diferença desse feijãozinho para o feijão do solo com húmus.*

Estagiária: *Porque vocês molharam os dois, então por que vocês acham que ainda assim, tiveram diferença?*

Bianca: *Eu acho que esse solo não perdeu só umidade, ele perdeu os nutrientes. E o solo rico em húmus tinha mais nutrientes que o outro solo e... o solo queimado não perdeu todos os nutrientes. Ainda tem alguns nutrientes que fizeram os feijões crescerem.*

Jonas: *É. Nutrientes, tia.*

Estagiária: *Quais nutrientes você acha que o solo perdeu, Jonas? O que são esses nutrientes?*

Jonas: *São minerais para a planta crescer.*

Estagiária: *Mas vocês não falaram que no solo com rejeito, os feijões não cresceram por conta dos minerais?*

Mateus: *Porque eram minérios tóxicos. É diferente.*

Igor: *É diferente tia! Porque depende dos minerais.*

Estagiária: *Por que depende?*

Bianca: *Porque tem minerais que são bons e tem minerais que são ruins.*

É interessante notar que, os alunos consideraram que os minerais presentes no solo com rejeito de mineração não eram bons, uma vez que os feijões não se desenvolveram nesse solo. Diferentemente, os minerais presentes no solo rico em húmus, onde os feijões se desenvolveram, eram bons. Nota-se também, na primeira fala da aluna Bianca, que ela compreendeu que os feijões cresceram naquele solo que sofreu queimadas, pois ele ainda continha alguns nutrientes. Além disso, ela evidenciou a escassez de nutrientes neste solo, comparando o crescimento dos feijões nele com o do solo rico em húmus. Isso é consonante com a afirmação de Munford e Lima (2007) de que os alunos precisam ser guiados pela professora para que utilizem as evidências ao elaborarem ou reelaborem suas explicações.

Esse mesmo aspecto é evidenciado na fala do aluno Igor. Quando os alunos foram solicitados a comparar suas hipóteses com os dados coletados, Igor afirmou que havia pensado que os feijões cresceriam no solo com rejeito de mineração, mas que isso não tinha acontecido durante os dias de investigação. Para explicar essa contradição, ele declarou acreditar que os feijões não se desenvolveram naquele solo devido às folhas e galhos que poderiam estar presentes ali. Naquela situação, os questionamentos da professora possibilitaram que ele avaliasse e sistematizasse as evidências identificadas, possibilitando-o reformular a explicação fornecida, como evidencia a transcrição a seguir.

Professora 2: *Você acha que isso que atrapalhou o feijão a se desenvolver? Tá. Mas aí eu vou te fazer uma pergunta, é... é... o galho e a folha, com o passar do tempo o que vai acontecendo com eles?*

Igor: *É... vai se juntando ao solo.*

Professora 2: *E ele vai se juntando ao solo e vai acontecendo o quê com ele?*

Igor: *Vai melhorando o solo para a plantação.*

Professora 2: *Então você acha que as folhas e os galhos foram os fatores que não deixaram o feijão crescer nesse solo? Ou teve algum outro fator?*

Igor: *Teve. Aqueles minérios tóxicos. Tinha muito minério.*

Podemos notar que, embora soubesse que os galhos e as folhas contribuem para o enriquecimento do solo, Igor inicialmente apresentou um argumento contrário: de que as folhas e galhos que estavam presentes em seu canteiro impediam que os feijões se desenvolvessem no solo com rejeito – para sustentar a sua hipótese e não a sua observação. Assim, em conformidade com Carvalho (1998), a ação da professora de, num primeiro momento, receber a resposta dos alunos e, então, questioná-los, fazendo-os refletir, foi fundamental para que eles legitimassem o conhecimento expresso anteriormente por Igor e Bianca de que existem minerais que são essenciais para as plantas, assim como outros que não são requeridos ou até mesmo prejudiciais.

Os alunos compreenderam que os feijões não se desenvolvem ou dificilmente se desenvolvem em um solo com rejeito, devido aos minerais tóxicos presentes. Isso porque em um dos grupos, o feijão começou a se desenvolver nesse tipo de solo. Ao relatarem como as sementes de feijão começaram a germinar, o grupo teve dificuldades para explicar o que viam no solo que os fazia compreender que era um feijão crescendo. A professora então, guiou os alunos com o intuito de que dissessem o que caracterizava o início do desenvolvimento de uma planta. Dessa forma, o grupo respondeu que viam um caule, descreveram suas características como: pequeno, marrom e sem folhas – e concluíram que realmente se tratava do desenvolvimento do feijão.

De maneira geral, alguns alunos apresentaram seus pontos de vista, com o propósito de encontrar uma explicação para o acontecido. Uma dessas ideias foi a de que *“o crescimento dos feijões foi diferente, porque o solo utilizado poderia ser diferente”*. A professora, então, recapitulou o dia em que eles plantaram os feijões, lembrando que *“o solo se todo mundo lembrar, estava em um saquinho só. Era o mesmo solo para todo mundo”*.

Um dos alunos, acreditava que a água havia influenciado no desenvolvimento do feijão naquele solo (assim como propuseram para o solo que havia sofrido queimadas) e expôs sua ideia da seguinte maneira: “*A quantidade de água, tia. Ele [o solo com rejeito, do canteiro no qual o feijão germinou], pode ter recebido mais água e a água pode ter devolvido alguns nutrientes para o solo*”. Nem a professora e nem a estagiária discutiram a afirmação deste aluno, mas a professora direcionou a discussão, questionando se eles achavam que a aquele feijão continuaria a crescer e se ele seria bom para a alimentação.

Não transcreveremos essa discussão aqui, uma vez que, ficou restrita a respostas afirmativas e negativas aos questionamentos da professora e da estagiária. Todavia, essa discussão pôde ser retornada e aconteceu de maneira mais ampla, a partir da leitura do texto de contextualização.

Naquele momento, a professora novamente indagou os alunos, se eles se alimentariam de um feijão sabendo que ele havia sido plantado em um solo queimado ou com minerais tóxicos. Porém, quando os alunos responderam negativamente, a professora solicitou-lhes as justificativas e eles, em geral, disseram que o feijão estaria “*com poucos nutrientes*” e que “*os metais tóxicos fazem mal para a saúde, se a gente comer*”. Em virtude da faixa etária dos alunos, a discussão não se estendeu aos malefícios e às proporções com que os minerais tóxicos poderiam afetar a saúde e nem à quantidade dos minerais que é requerida para a manutenção das plantas e para a saúde.

Outra observação importante no que diz respeito à etapa de sistematização dos conhecimentos é a fala de Bianca, na etapa de contextualização social. Essa manifestação, nos fornece indícios das relações que os alunos foram capazes de estabelecer entre os fenômenos estudados e o seu cotidiano; neste caso, o escolar:

“Eu acho que a gente já falou, mas... é que eu achava, que no solo queimado o feijão tinha crescido, porque a queima ajudou aquele feijãozinho a crescer. Porque... no livro de História, tinha algumas coisas que os índios faziam, e uma delas era que eles queimavam umas arvorezinhas e aí... eles pensavam que ajudava a fertilizar o solo. Mas aí eu vi aqui, que eles achavam que era bom, mas não é, porque a chuva leva as cinzas embora... e o solo fica sem nutrientes”.

A partir da exploração feita por essa aluna e das informações presentes no texto, os alunos citaram os prejuízos que as queimadas podem provocar no meio ambiente. Além de discutirem sobre a importância da adubação na agricultura e ainda

que brevemente, sobre a atividade minerária. A fala desta aluna, nos permite dizer, o quão se faz importante, a etapa de contextualização, proposta por Carvalho (2013), em que os alunos puderam recontextualizar os conhecimentos construídos ao longo da SEI no seu dia a dia.

Essas discussões também fomentaram o desenvolvimento de produções para a apresentação na feira de Ciências. No caso dessa turma, a professora a dividiu em três novos grupos e propôs a criação de três peças teatrais; cada uma, correspondente ao desenvolvimento das plantas nos três tipos de solos trabalhados. Os alunos criaram diálogos centrados na produção, comercialização e consumo de alimentos provenientes daqueles tipos de solos, evidenciando, assim, uma preocupação com as relações entre os usos que fazemos do solo, o desenvolvimento das plantas e os impactos nos seus produtores e os consumidores.

Foi possível perceber que os alunos tiveram uma preocupação não só com os textos das peças, como também com o cenário criado. De modo a ilustrar essas encenações, trazemos a seguir algumas imagens¹³ e *frames* de vídeo¹⁴ que retratam essas apresentações durante a feira de Ciências. A maquete criada pelo grupo que representou o desenvolvimento das plantas em solo húmico foi a única a conter um jardim florido e árvores com frutos (em destaque na figura 21), indicando o entendimento construído por eles de que aquele seria um solo ideal para o cultivo.



Figura 21: Alunos apresentando peça teatral sobre o desenvolvimento das plantas em solo rico em húmus.

¹³ As fotos e vídeos foram cedidos pelos responsáveis pelas crianças.

¹⁴ Imagem estática dentro do vídeo.

De maneira semelhante, os demais grupos também criaram suas peças teatrais com grande riqueza de detalhes. Além de nenhuma das outras maquetes possuir flores ou frutas, o grupo que representou o desenvolvimento das plantas em solo com rejeito de mineração, por exemplo, retratou na maquete e no roteiro como os minérios tóxicos podem prejudicar a plantação, tornar o solo infértil e afetar a subsistência da população (vide figuras 22 e 23).



Figura 22: Maquete criada por um dos grupos, representando a perda da vegetação após minérios tóxicos serem lançados no solo.



Figura 23: Alunos encenando a plantação de feijões em um solo com rejeito de mineração.

Com relação ao grupo que criou um enredo sobre o solo que sofre queimadas, os alunos retrataram em sua história personagens que acreditavam, assim como alguns dos alunos da turma relataram durante as aulas de desenvolvimento da SEI, que queimar o solo para depois plantar, beneficia o desenvolvimento das plantas

(como ilustram as figuras 24a e 24b). Também como os alunos haviam concluído durante as discussões, eles explicitaram na peça teatral que esta prática é nociva para o solo e para as plantações (como ilustra a figura 25).



(a)



(b)

Figura 24: Alunos encenam a queima do solo para o plantio.



Figura 25: Aluno interpretando momento da peça em que o personagem “descobre” que a queima não fez bem às plantas.

5.2.3 Proposta de SEI “O nosso lixo eletrônico”

Ao iniciar o desenvolvimento da SEI, a professora comunicou aos alunos que, naquela turma, a temática da feira de Ciências iria envolver também conhecimento das disciplinas de Geografia e Matemática, pois eles estudariam sobre as atividades industrial e comercial e elaborariam gráficos. Dessa forma, ela iniciou uma conversa com os alunos, questionando-os sobre como eles achavam que as atividades destinadas à feira de Ciências poderiam envolver gráficos e o que eles consideravam “(...) *necessário para que se tenha informações em um gráfico?*”.

Em resposta, os alunos deram algumas sugestões referentes aos requisitos para construção, leitura e interpretação de gráficos, baseadas em seus contatos anteriores com estes. Alguns alunos responderam que era necessário “*saber as informações*”; “*coletar informações*”; “*(...) ter legenda*”; “*ter quantidades de coisas*”; “*fazer uma pesquisa*”, entre outras respostas.

Além disso, a professora fomentou a discussão entre os alunos sobre os lixos eletrônicos, a partir do filme “Wall-e¹⁵”, ao qual eles haviam assistido em aulas anteriores. Esse filme, do gênero ficção, aborda a condição do meio ambiente após anos de consumismo em massa. O excesso de lixo e de poluição havia levado a humanidade a deixar o planeta Terra e a viver em uma nave. Alguns robôs, com a

¹⁵ <https://www.youtube.com/watch?v=l2g0woQZLbo>

missão de limpar o planeta, foram deixados na Terra, na esperança de que, um dia, a humanidade pudesse retornar.

A partir do conteúdo desse filme, a professora debateu com os alunos o descarte de lixos e a poluição ambiental de modo geral e, em específico, aqueles produzidos por suas famílias. Nesse debate, os alunos citaram alguns exemplos de lixos plásticos e papéis. A professora questionou, então, se eles produziam algum outro tipo de lixo, com o intuito de buscar informações para iniciar uma discussão sobre os lixos eletrônicos. É possível verificar como se deu parte deste diálogo, na transcrição a seguir.

Professora 3: *Eu quero saber se os tipos de lixo que vocês citaram, são só esses na casa de vocês? Tem outros tipos de lixo?*

Luísa: *Brinquedos, roupas...*

Professora 3: *Só esses?*

Bruna: *Tem aqueles brinquedos assim com luzinhas... igual essa parte aqui da minha mochila [aponta para a mochila dela]. É... eletrônicos... e que muitas das vezes a gente joga no lixo.*

Estagiária: *E o que é esse eletrônico?*

Luísa: *É... brinquedo que utiliza tecnologia.*

Em seguida, os alunos citaram outros diversos tipos de eletrônicos, como: “celulares”, “computadores”, “videogames”, “lâmpadas” e “pilhas” e a professora, suscitou uma discussão sobre objetos em desuso e lixo. A transcrição das falas que ilustram esse momento, é apresentada a seguir.

Professora 3: *Mas tudo isso é lixo?*

Antônio: *Xbox [se refere a um tipo de videogame] não é lixo.*

Bruna: *Se tiver totalmente estragado, se não der para consertar, aí é lixo.*

Professora 3: *Gostei do que a Bruna falou. Você [referindo-se à fala de Antônio] disse, que Xbox não é lixo. E o que você disse, Bruna?*

Bruna: *Se tiver totalmente estragado, se não der para consertar, aproveitar, né?! Aí vai ser lixo.*

Naquele momento, a estagiária questionou se o lixo eletrônico também poderia ser reciclado. Surgiu então, nas falas de alguns alunos, expressões que indicavam alguns conhecimentos a respeito desse tipo de lixo. Como é possível notar pela transcrição a seguir, esses conhecimentos eram provenientes de experiências anteriores cotidianas dos alunos.

Estagiária: *E esse lixo, dá para reciclar igual a Bruna falou dos outros?*
[Alguns alunos respondem que não]

Debora: *Talvez.*

Bernardo: *Talvez sim.*

Estagiária: *Talvez sim, como? Explica mais.*

Bruna: *Tipo aquelas televisão lá antiga, que não é plana. Bem antiga mesmo...*

Estagiária: *Sim.*

Bruna: *Então, tipo, ela tá lá estragada... inteirinha estragada. Não funciona mais. Aí você pode pegar um vidro, um plástico e colocar para reciclar.*

Estagiária: *Hum. Pode falar agora Heitor.*

Heitor: *Meu pai, quando ele vai lá na escola dele, lá na Universidade X, às vezes, quando eu já fui lá andar de bicicleta com ele, ele já pegou peças que estavam lá no lixo, é... uma placa, porque precisava para consertar um computador lá em casa. Ele pegou no lixo que estava lá fora, que ninguém precisava e levou para casa para consertar.*

Estagiária: *Então ele pegou uma peça que estava lá estragada no lixo e levou para casa, para consertar o computador dele. É isso?*

Professora 3: *E funcionou?*

Heitor: *Aham.*

Professora 3: *Debora.*

Debora: *Meu pai, ele sempre leva as pilhas lá para Mineradora Y, onde ele trabalha. Aí, eu perguntei para ele o que eles fazem lá com a pilha. Aí ele me disse, que eles aproveitavam algumas partes das pilhas.*

Bruna: *As pessoas também podem pegar as partes de algum objeto e colocar no outro objeto.*

Fernanda: *Tipo a Professora 3. O teclado do computador dela estragou e ela está usando outro nele.*

[Risos]

Professora 3: *Mas aqui... e depois que meu notebook parar de funcionar total, o que será que eu posso fazer com ele?*

Luísa: *Aí algumas partes dele podem ser utilizadas em alguns outros eletrônicos.*

É possível perceber, que os alunos apresentaram em suas falas, opções de reutilização e reciclagem dos eletrônicos, a partir de situações que aconteceram em suas famílias. Neste trecho, isso fica claro nas falas de Heitor e Debora. O primeiro quando afirmou que o pai utilizou peças retiradas de um coletor próprio para lixo eletrônico (reutilização); e a segunda que disse que o pai leva as pilhas utilizadas em sua casa para um ponto de coleta de lixo eletrônico que fica em seu trabalho (reciclagem).

Podemos notar, que a aluna Bruna também se manifestou acerca de processos de reutilização e de reciclagem de eletrônicos. Ao dizer que os materiais de uma televisão estragada poderiam ser reaproveitados, ela não só deu um exemplo de um possível processo de reciclagem, como ficou evidente em sua fala a compreensão que ela tinha de que a televisão só deveria ser levada para a reciclagem caso estivesse “inteirinha estragada”. Posteriormente, Bruna também evidenciou o entendimento que tinha acerca da prática de reuso, trazendo em sua fala uma nova

sugestão para os resíduos de equipamentos eletrônicos: a de que as partes intactas de um equipamento estragado poderiam ser utilizadas em outros objetos. Essa última fala de Bruna foi ainda exemplificada por Fernanda (que relatou que a professora da turma realizava tal prática) e reafirmada por Luísa (que declarou que a professora poderia reaproveitar as peças do seu velho computador em outro aparelho).

Durante a etapa de resolução do problema, os alunos foram solicitados a pesquisar em suas famílias o quanto de lixo eletrônico eles haviam produzido nos últimos dezoito meses e quais os destinos foram dados a esses lixos. Após essa coleta de dados individual, eles se reuniram em pequenos grupos e foram acompanhados pela professora e pela estagiária no levantamento dos dados, na produção de novas tabelas e na representação gráfica dos dados dos grupos e posteriormente de toda a turma.

Apresentamos abaixo, um exemplo de uma tabela e de um gráfico criado por um dos grupos, com os destinos que tiveram os lixos eletrônicos produzidos por aqueles integrantes e seus familiares (vide figura 26 e 27). Em seguida, apresentamos uma tabela e um gráfico com os tipos de lixo eletrônico produzido por todos os alunos da turma e seus familiares (vide figura 28 e 29).

LOCAL	QUANTIDADE
GUARDADO EM CASA	4
DOAÇÃO	1
VENDIDO	1
PERDIDO	1
LIXO DOMÉSTICO	6
LOJA	1
COLETOR APROPRIADO (██████████)	7

Figura 26: Tabela criada por um dos grupos, contendo os destinos dados aos lixos eletrônicos produzidos pelas famílias dos integrantes do grupo.

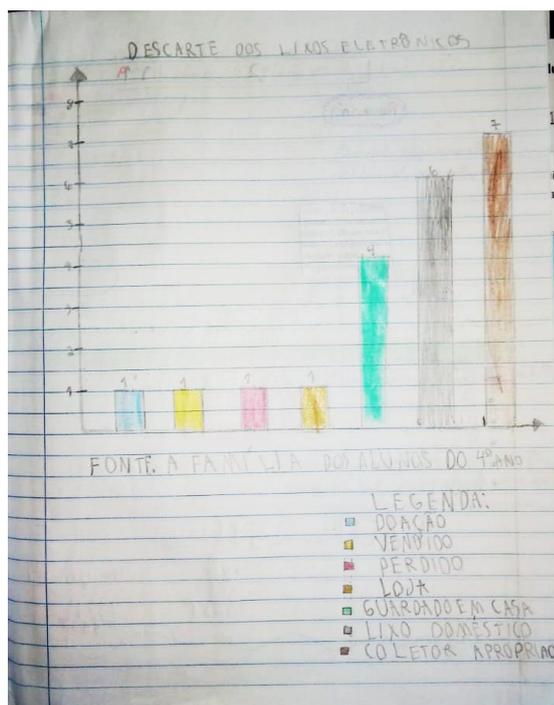
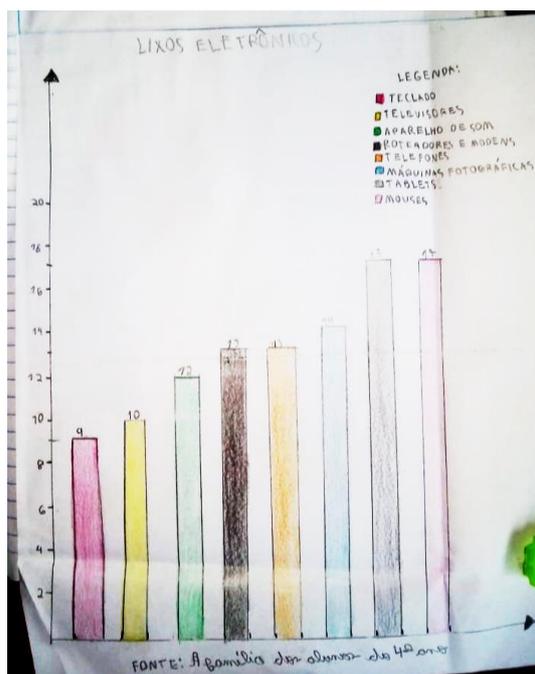


Figura 27: Gráfico criado por um dos grupos, contendo os destinos dados aos lixos eletrônicos produzidos pelas famílias dos integrantes do grupo.

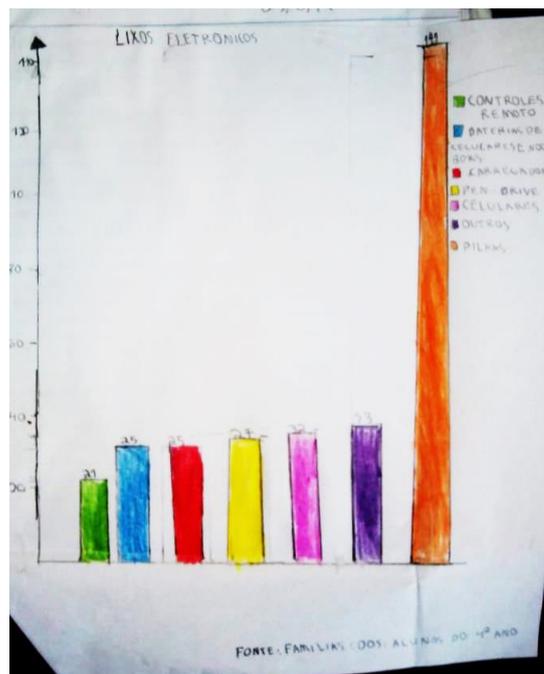
TIPO DE LIXO ELETRÔNICO	QUANTIDADE	
TELEFONES	73	✓
CELULARES	32	✓
CARREGADORES	25	✓
BATERIAS DE CELULARES E NO TEBOXS	25	✓
COMPUTADORES	9	✓
TECLADOS	9	✓
MAQUINAS FOTOGRAFICAS	14	✓
IMPRESSORAS	4	✓
TABLETS	17	✓
APARELHOS DE SOM	12	✓
TELEVISORES	10	✓
CONTROLES REMOTO	21	✓
PILHAS	141	✓

TIPO DE LIXO ELETRÔNICO	QUANTIDADE
GELADEIRAS	5
FOLHES	3
HD EXTERNOS	3
MOUSES	11
PEN-DRIVES	27
ROTEADORES E MODEMS	13
NOTEBOOKS	7
APARELHOS DE DVD	8
OUTROS: PORES, RELÓGIO DIGITAL, MICRO-ondas, BRILHANTE, LAMPADA BRILHANTE	33
TOTAL	449

Figura 28: Tabela criada por um dos grupos, com as categorias dos tipos de lixos eletrônicos produzidos pelas famílias dos alunos da turma.



(a)



(b)

Figura 29: Gráficos criados por um dos grupos com a quantidade de lixos eletrônico produzidos pelas famílias dos alunos da turma, agrupados: entre 9 e 20 itens (a) e acima de 20 itens (b).

Os alunos que tinham entre 8 e 9 anos de idade, estavam criando gráficos pela primeira vez e por isso, a professora propôs como deveriam ser dispostos os dados nas tabelas e nos gráficos elaborados. Ela definiu que eles fizessem gráficos de barra (por este ser um tipo de representação mais simples e cujas informações são mais facilmente visualizadas e interpretadas) e orientou os alunos para que agrupassem os dados das categorias de lixos eletrônico, em mais de um gráfico. Isso foi preciso devido ao grande número de tipos desse lixo gerados.

Embora essa tenha sido a primeira vez que os alunos criaram gráficos, eles se mostraram bem envolvidos com o trabalho nos grupos. Esse envolvimento dos alunos, pode ter sido motivado pela professora que, desde a proposição da questão-problema, possibilitou discussões entre os alunos, encorajando-os a comunicarem suas ideias e a participarem de forma colaborativa das atividades propostas (CARVALHO, 1998, 2011).

Quando os alunos foram solicitados a levantar hipóteses sobre os lixos eletrônico que suas famílias haviam produzido durante o ano anterior (2018) e no primeiro semestre daquele ano (2019); os possíveis destinos que eles tiveram; e as possíveis consequências daqueles lixos para o meio ambiente, percebemos, ao

analisar as suas respostas que, no geral, eles citaram de três a quatro tipos de lixos eletrônicos, – sendo os mais citados: pilhas, celulares, brinquedos eletrônicos e computadores – e que o destino mais comum apresentado por eles foi o lixo doméstico. Quanto às consequências para o meio ambiente, os alunos apenas responderam que esse tipo de lixo poderia poluir, mas sem explicar de que maneira. Por exemplo: *“polui os lugares que eles ficam”*; *“... contamina o meio ambiente”*; *“demora muito tempo para se decompor”*.

Contudo, nas discussões que seguiram aos momentos em que os alunos assistiram os vídeos selecionados para contextualização social (“Desfábricas transformam lixo eletrônico em matérias-primas”¹⁶; “Lixo Eletrônico – Parte 1”¹⁷; e “Sustentabilidade, lixo eletrônico?”¹⁸), eles desenvolveram raciocínios mais elaborados para explicar os problemas ambientais decorrentes dos lixos eletrônicos e propuseram alternativas adequadas para o descarte desses lixos. Uma aluna também salientou o problema do consumismo (tema abordado em um dos vídeos assistidos). O trecho transcrito a seguir ilustra um momento dessas discussões.

Professora 3: *O problema é só a quantidade de lixos descartados?*

Camila: *O problema é onde é descartado.*

Professora 3: *Por quê?*

Hugo: *Por causa dos componentes.*

Cecilia: *Os componentes têm muita radiação.*

Luísa: *Esse lixo eletrônico pode passar radiação para os animais.*

Professora 3: *E no vídeo mostrou também o que que a gente pode fazer?*

Luísa: *Nós podemos descartar, é... o lixo eletrônico, é... na...*

Debora: *Descartar nos pontos de coleta.*

Professora 3: *Olha a colega completando aqui. Onde Debora?*

Debora: *Nos pontos de coleta.*

Camila: *E também, nós não precisamos ficar comprando sem precisar.*

Professora 3: *Aaaah... e isso aí é chamado de quê?*

Cecilia: *Consumismo.*

Professora 3: *Consumismo, né?! E diante do que vocês viram... pensem aí na casa de vocês, e lembrem-se das informações que vocês trouxeram e que nós quantificamos aqui. No final, o total aqui foram 449 lixos eletrônicos descartados. A maioria deles foi jogada no lixo, né?! Em lugar não adequado. E aí, qual a conclusão que vocês tiram? Por que a gente fica falando que as pessoas precisam mudar o planeta? Mas que pessoas são essas?*

Alunos: *Nós!*

Estagiária: *Vocês viram nos vídeos ali... é... quais os problemas que podem ter esse tipo de lixo, no descarte incorreto?*

¹⁶ <https://www.youtube.com/watch?v=VFeld3tGYyl>

¹⁷ https://www.youtube.com/watch?v=gay9R_n2qA

¹⁸ <https://www.youtube.com/watch?v=NII5rUbhffg>

Luísa: *Pode espalhar radiação pela cidade. Pode... pode contaminar a água.*

Cecilia: *O solo.*

Bruna: *Os rios e o ar.*

Luísa: *É. E o outro... é...*

Bruna: *E o subsolo.*

Luísa: *Não. O rio dentro da terra. É...*

Estagiária: *O lençol freático?*

Luísa: *Isso!*

Cecilia: *É. O lençol freático também. Esse tipo lixo contém química e ao longo do tempo essa química vai evaporando ou saindo líquida, e entra no solo e nos rios e faz mal.*

Professora 3: *O que é química? Quando vocês falam química, o que vocês entendem por química?*

Debora: *Produtos tóxicos.*

Os alunos em suas pesquisas anteriores haviam constatado que a quantidade de lixo eletrônico produzido por suas famílias era muito superior a que eles imaginavam. Assim, a professora procurou chamar a sua atenção também para a questão dos destinos que tiveram aqueles lixos categorizados por eles.

É possível notar pelas falas dos alunos expressas no início desse trecho que, além de relatarem sobre a necessidade de descarte correto dos lixos eletrônicos, houve um consenso sendo estabelecido de que os “componentes” (termo usado por Hugo) desse tipo de lixo poderiam contaminar o meio ambiente. Isso foi justificado pela presença de “radiação” ou “química” – termos usados por Luíza e Cecília na tentativa de expressar uma mesma ideia sobre as consequências do descarte incorreto de eletrônicos: de que podem contaminar o solo, as fontes de água e os animais. Dessa forma, os alunos buscaram a construção de uma explicação causal para a contaminação desse tipo de lixo no meio ambiente, apresentando justificativas para o fenômeno (CARVALHO, 2013).

Além disso, ao serem questionados pela professora, sobre o que entendiam por “química”, ainda que possivelmente, os alunos atribuam à Química uma conotação pejorativa, uma vez que a aluna Debora, explicitou em sua última fala, que Química se refere a “produtos tóxicos”, eles concluíram que o meio ambiente é contaminado pela toxicidade de componentes dos eletrônicos.

Também é importante destacar a fala da aluna Camila, que levou para a discussão a questão do consumismo, que motivou a retomada pela professora do dado da quantidade de lixo eletrônico produzido por suas famílias e que possibilitou a ela auxiliá-los na construção do entendimento de que seria preciso diminuir a produção dos *nossos* lixos eletrônicos. Isso permitiu que os alunos iniciassem o

processo de passagem da ação manipulativa para a ação intelectual (CARVALHO, 2013).

Esse processo foi mais evidente e pôde ser melhor constatado quando eles expressaram procedimentos necessários para diminuir a quantidade dos lixos eletrônicos que produzimos. Apresentamos a seguir um trecho da aula em que os alunos fazem alguns desses apontamentos.

Estagiária: *E o que é que vocês acham que além do descarte correto, a gente pode fazer para diminuir esse lixo eletrônico?*

Luísa: *Não comprar coisas que a gente não precisa. Não comprar outros eletrônicos que a gente não precisa. Por exemplo, passou uma propaganda de celular na televisão e aí tem uma coisinha a mais do que o seu. Aí você vai lá e compra e joga o seu no lixo. E aí vai fazendo a mesma coisa a cada hora que passa uma propaganda de celular.*

Professora 3: *Exatamente! Quem mais quer falar sobre isso?*

Estagiária: *Ninguém mais tem alguma ideia de como que a gente pode diminuir esse lixo? Pode falar Hugo [ela dá a fala ao aluno que estava com o dedo erguido].*

Hugo: *A gente pode comprar só o que nós precisamos.*

Professora 3: *E por que vocês acham que teve tanto lixo assim, 449, nas casas de vocês?*

Larissa: *Porque a gente está produzindo muito lixo eletrônico.*

Debora: *A gente pode planejar as nossas compras, consumir apenas o necessário, reutilizar os produtos e as embalagens. Tipo... evitar as embalagens desnecessárias, usar sacolas retornáveis e também... separar o lixo.*

Antônio: *Quando a gente for no shopping, a gente não tem que comprar brinquedos que não for usar. Comprar só o necessário. Não comprar coisas repetidas, porque, se a gente não ficar comprando coisa repetida, nós não vamos gastar matéria-prima.*

Cecilia: *É. Porque quanto menos a gente compra, menos a gente vai jogar no lixo.*

Luísa: *E se nós formos consumidores conscientes, não iremos jogar lixo na natureza.*

Professora 3: *Isso aí! Isso mesmo! Vamos ter a consciência, né?!*

É notável nesse diálogo que os alunos aprimoraram a sua compreensão a respeito do significado de consumo consciente. A fala da aluna Larissa, ilustra bem o entendimento de que é preciso gerar menos lixo eletrônico, que eles construíram.

Para apresentarem esse processo de aprendizagem na feira de Ciências, a professora sugeriu que cada aluno criasse uma história, interrelacionando a produção de lixo eletrônico, os danos de seus componentes ao meio ambiente e a relevância de um consumo consciente (veja dois exemplos dessas histórias nas figuras 30 e 31).

Com base nas ideias expressas pelos alunos em suas histórias, foi elaborado o roteiro de uma peça teatral para ser encenada durante a feira de Ciências (vide quadro 5).



Figura 30: História em quadrinhos criada por um dos alunos para expressar seus entendimentos sobre a temática trabalhada na SEI.

Mila e o lixo eletrônico

Mila é uma menina esperta, legal, carinhosa e muito consciente.

Um dia, ela foi brincar na casa da sua amiga, Sila. Quando chegou lá ficou admirada com o tamanho da casa.

Sila atendeu a porta e logo chamou Mila para brincar no seu quarto. Mila ficou impressionada com a quantidade de eletrônicos que sua amiga tinha. Era muitos, muitos mesmo. Notebooks, seminotebooks, celulares, videogames. Mila ficou tão incomodada

(a)

que elas:

- Nossa! Lá tem uma porção de lixo eletrônico. E se eu pergunto:
- São eletrônicos? Temo assim?
- São lixo eletrônico eletrônico em geral, que não são mais utilizados por algum motivo.
- Ah! Então, eu tenho um monte desses, pois muitas coisas aqui não funcionam e eu não sei o que fazer com elas.
- Você tem que descartá-las!
- Vou colocá-las no lixo agora!
- Não! Não faça isso amiga!
- Por quê?
- Porque se você jogar no lixo, ele vai para o meio ambiente e como contém radiação, pode poluir a casa e a mineração do solo e da água, além de risco de contaminação.

(b)

doenças nas pessoas que coletam lixo.

- Ah, entendi! Onde devo jogar então?
- Se não existem lugares que recebem esse tipo de lixo, eles vão para o lixo comum para empurrar de reciclagem, inclusive aqui na comunidade a universidade [redacted] faz essa coleta.
- É muito longe, talvez dissera, vou pedir a minha mãe que trabalhe lá para levar os meus lixos.
- Se apesar de descartar e tirar o lixo da sua casa, você ainda precisa comprar produtos e a necessidade e que tem a mesma função, pois você estará acumulando mais lixo. Então, a partir de hoje seja uma consumidora consciente.
- Nossa Mila! Você me deu uma aula sobre o que fazer com meu lixo eletrônico e como evitar poluir - la. Obrigada, amiga!

(c)

Figura 31: História escrita criada por uma das alunas para expressar seus entendimentos sobre a temática trabalhada na SEI.

Quadro 5: Peça teatral criada pelos alunos do 4º ano do Ensino Fundamental após reunirem as histórias de todos os colegas¹⁹.

<p style="text-align: center;">ATO 1</p> <p>Professora: Boa tarde! Hoje nós falaremos sobre um assunto novo, o lixo eletrônico. Vocês sabem o que é?</p> <p>Aluno 1: São aparelhos eletrônicos, que seus donos deixaram de usar.</p> <p>Professora: Aluno 2, dê exemplos de lixos eletrônicos.</p> <p>Aluno 2: Pilhas, celulares, notebooks.</p> <p>Aluno 3: Professora, outro dia eu fui na casa da minha amiga e fiquei impressionada quando entrei no quarto dela. Tinha vários celulares no canto de uma mesa. E ela me disse que todos funcionavam, mas que eram modelos antigos, por isso ela não usava mais. E professora, nem eram tão antigos assim! Tinha um lá, igual ao da minha mãe.</p> <p>Aluno 4: Isso se chama consumismo.</p> <p>Aluno 5: O que é consumismo?</p> <p>Aluno 4: É quando você compra as coisas exageradamente, sem precisar.</p> <p>Professora: Isso mesmo! E vocês acham que esse lixo pode ser descartado junto com o lixo comum?</p> <p>Aluno 6: Sim.</p> <p>Aluno 7: Claro que não.</p> <p>Aluno 6: Mas por que não?</p> <p>Aluno 7: Porque ele vai para a natureza e pode causar vários problemas para o meio ambiente, como a contaminação do solo e da água.</p> <p>Aluno 8: Não só para o meio ambiente. Causa um problemão para a gente também.</p> <p>Aluno 6: Que problema um celular quebrado jogado no lixo, pode trazer para a gente? Ele não funciona mais.</p> <p>Aluno 8: Pode trazer várias doenças. Contém metais que fazem mal à saúde.</p> <p>Professora: Já que vocês estão dizendo que não podemos descartar em qualquer local, o que devemos fazer com esse tipo de lixo?</p> <p>Aluno 9: Na minha casa, a gente leva para a Universidade X. Lá tem um local apropriado para descartar.</p>	<p>Aluno 10: Na minha casa, quando um equipamento estraga, a gente tenta aproveitar as peças para outras coisas.</p> <p>Aluno 11: Lá em casa professora, a gente só usa pilha recarregável. Assim, dá para usar várias vezes a mesma pilha, sem precisar comprar outras.</p> <p>Professora: Tive uma ideia! Vamos fazer uma gincana. Eu dividirei vocês em grupos e vocês devem recolher lixos eletrônicos nas suas casas, nas casas de parentes e amigos e trazer para a escola na semana que vem. Depois disso, nós iremos levar todo esse lixo, para o descarte da Universidade X.</p> <p style="text-align: center;">ATO 2</p> <p><i>João é um menino que gosta muito de videogame, televisão e celular. Ele tem um montão de coisas dessas. Um dia, João estava brincando no seu videogame e ele parou de funcionar. João muito triste, olha pela janela do seu quarto e vê um duende escondido atrás de uma árvore.</i></p> <p>João: Quem é você?</p> <p>Duende: Olá! Eu sou o duende que veio te ajudar!</p> <p>João: Me ajudar em quê? Você vai me dar outro jogo?</p> <p>Duende: Não! Eu vim te falar para você não usar tanto esses eletrônicos. Eles fazem mal à sua saúde. Vai brincar com seus amigos!</p> <p>João: Mas eu não tenho amigos.</p> <p>Duende: Então vá fazer amigos!</p> <p><i>João, sai de casa em busca de amigos para brincar e encontra várias crianças pela rua.</i></p> <p>João: Oi! Posso brincar com vocês? Onde vocês estão indo?</p> <p>Aluno 5: Nós estamos juntando algumas coisas eletrônicas velhas e vamos levar para o descarte correto. Junte se a nós! Compre essa ideia, você também!</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Assim, como apontado por Carvalho (2004), ao integrar os diferentes discursos verbais (e pictóricos), os alunos têm condições de construir entendimentos mais sólidos. As histórias criadas pelos alunos, foram muito ricas e expressas de diferentes formas: desenhos, colagens e até teatro de dedoches.

¹⁹ O roteiro da peça teatral foi transcrito pela estagiária durante a criação e definição dos personagens e das falas pelos alunos.

Por meio da figura 30, podemos perceber que o aluno abordou em sua história a conscientização sobre o descarte de lixos eletrônicos. Por meio dos quadrinhos ele procurou chamar a atenção para o descarte inadequado do lixo eletrônico junto ao lixo comum e fez uso de personagens e de placas informativas para trabalhar a questão da conscientização e a existência de formas e locais apropriados para a realização desse descarte.

Com relação à história presente na figura 31, podemos observar que a aluna destacou a importância de um consumo consciente, a partir dos problemas que os componentes eletrônicos podem causar ao meio ambiente e à saúde humana. Além disso, ela enfatizou a questão do consumismo, elucidando como, muitas vezes, os eletrônicos que são descartados como lixo não deixaram de funcionar por completo.

Como pode ser notado na peça teatral criada pelos alunos e exibida no quadro 5, o entendimento dessa aluna sobre o consumo exacerbado foi validado socialmente pela turma. Como, explicitado na fala do personagem “aluno 3”, esses eletrônicos geralmente se tornam lixo por, supostamente, não serem mais úteis e não pelo fato de apresentarem defeitos. É interessante notar também que, no roteiro da peça teatral, os alunos evidenciaram que são os “metais” (termo utilizado na fala do personagem “aluno 8”) presentes nos eletrônicos que causam malefícios à saúde e problemas para a natureza.

Embora do ponto de vista científico, os alunos ainda não tivessem a compreensão de que os elementos tóxicos afetam a nossa saúde por serem altamente bioacumulativos e cancerígenos (OLIVEIRA; GOMES; AFONSO, 2010), eles foram capazes de construir ideias sobre a existência de possíveis malefícios associados a contaminações por esse tipo de componente, sinalizando a construção de ideias pertinentes, com esse nível de ensino.

Além disso, é importante lembrar que, como aponta Carvalho (1998), o processo cognitivo evolui sempre numa constante reorganização do conhecimento. Isto é, esses entendimentos construídos pelos alunos acerca dos problemas advindos dos componentes dos eletrônicos, podem permitir que novos conhecimentos sobre toxicidade, possam ser incorporados posteriormente por eles, de uma forma mais complexa e sistematizada.

Nessa história teatral, ainda é importante observar que os alunos, além de retratarem a redução da produção de lixos eletrônicos (como expresso nas falas do personagem “aluno 4”), a reutilização (como expresso nas falas dos personagens

“aluno 10” e “aluno 11”) e a reciclagem (como expresso na fala do personagem “aluno 9”) desse tipo de lixo abordados durante a SEI, criaram uma cena para apresentar a problemática de crianças que utilizam dispositivos eletrônicos em excesso. Ainda que esse assunto não tenha aparecido em atividades anteriores e nada tenha sido discutido sobre os malefícios da substituição das atividades lúdicas tradicionais (como brincadeiras de boneca e bola) pelo uso frequente de eletrônicos pelas crianças, os alunos apresentaram como o uso descontrolado desses aparelhos, pode prejudicar as relações sociais das crianças – como expressam algumas falas do personagem João. Com isso, os alunos demonstraram terem sido capazes de abordar aspectos já relatados em algumas pesquisas, e talvez também discutidos e vivenciados em seus cotidianos familiares, sobre as consequências do uso frequente e indiscriminado dos eletrônicos.

De acordo com Dias e colaboradores (2019), esse uso dificulta o desenvolvimento psicossocial dessas crianças, ou seja, afetam o desenvolvimento afetivo, cognitivo e social; enquanto as brincadeiras lúdicas têm a capacidade de favorecer o aspecto interpessoal, a afetividade e a disciplina, além da importância do contato físico que, promove a ampliação das habilidades sinestésicas. Esses e outros pesquisadores ressaltam ainda que a ansiedade e a agressividade na infância têm relação com a abstinência causada pelo uso frequente de brinquedos eletrônicos, pois cada vez mais, as crianças substituem as amizades e preferem as brincadeiras virtuais (DIAS et al., 2019; PAIVA; COSTA, 2015).

Além da peça, os alunos elaboraram em cartolinas novas versões dos gráficos que produziram durante a SEI com os dados da turma (vide figura 32), para serem expostos no dia da feira de Ciências.



Figura 32: Gráficos criados pelos alunos do 4º ano do Ensino Fundamental e expostos durante a feira de Ciências da escola.

Os impactos do desenvolvimento das SEI naquela comunidade escolar também se fizeram sentir para além da feira de Ciências e da comunidade escolar. No início do segundo semestre letivo daquele ano, o aluno Heitor, junto com seu pai, criara um coletor de lixo eletrônico, o qual foi levado para a escola (vide figura 33). Essa atitude de Heitor exprime aprendizagens na esfera atitudinal, que podem ter sido mobilizadas pelas reflexões e experiências pessoais e compartilhadas sobre os possíveis impactos ambientais causados pela produção exacerbada e pelos descartes incorretos de lixos eletrônicos durante o desenvolvimento da SEI.



Figura 33: Coletor de lixo eletrônico criado por um dos alunos da turma e acomodado na entrada da escola.

Nas interações dialógicas estabelecidas durante as atividades, mais precisamente nos momentos em que discutiram sobre os descartes dos eletrônicos, muitos dos colegas de Heitor relataram ter vários eletrônicos guardados em casa, pois seus familiares esperavam ter conhecimento de algum lugar para o descarte correto. Isso parece tê-lo motivado a pensar em soluções para aquela problemática dentro daquela comunidade.

Ademais, o pai de Heitor acompanhou o filho na ideia proposta, porque, certamente, ouviu os relatos dele e se envolveu nesse processo de aprendizagem por meio do auxílio à criação da lixeira. Assim, neste contexto, temos indícios da almejada construção de um conhecimento escolar significativo, a qual transcende as fronteiras da sala de aula, estabelecendo conexões importantes com o cotidiano dos alunos (CARVALHO, 1998).

6 CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

Esta pesquisa parte do pressuposto de que os alunos necessitam vivenciar e participar ativamente de práticas e raciocínios imprescindíveis em uma investigação científica para que, efetivamente, aprendam Ciências. Esse pressuposto-chave foi o propulsor do estabelecimento de uma parceria com uma escola de Ensino Infantil e Fundamental, na qual foram elaboradas e desenvolvidas SEI na perspectiva de Carvalho (2011, 2013) e a riqueza do processo vivenciado pelos envolvidos se fez notar neste trabalho.

Ao caracterizar as SEI, foi possível evidenciar como o ensino por investigação pode se apresentar com diferentes graus de abertura para os alunos, a depender dos objetivos esperados em cada uma das atividades propostas. Além disso, pôde-se afirmar que a estrutura de SEI na perspectiva adotada, contempla todos os aspectos essenciais de um ensino por investigação preconizados pelo documento NRC (2000).

Na busca pelos impactos do desenvolvimento das SEI, foi possível identificar e ressaltar diferentes indícios de que os alunos desenvolveram raciocínios e práticas coerentes com os científicos. Por exemplo, na SEI “O nosso lixo”, destinada ao 1º ano do Ensino Fundamental, os alunos foram capazes de construir entendimentos sobre a importância das práticas de reciclagem, reutilização e reuso para a preservação do meio ambiente. Nesse processo eles compreenderam sobre o lixo orgânico; construíram entendimentos sobre os diferentes destinos possíveis para o lixo e sobre os seus impactos na natureza; realizaram mudanças de atitudes relacionadas à quantidade, às embalagens e aos tipos de lanches que passaram a levar para a escola; e se preocuparam em relatar os novos conhecimentos elaborados para o restante da escola, com a justificativa de que todos precisavam se conscientizar sobre a necessidade de se produzir menos lixo.

Com relação a SEI “Os solos e o plantio”, destinada ao 3º ano do Ensino Fundamental, os alunos desenvolveram entendimentos sobre alguns dos fatores que podem influenciar o desenvolvimento das plantas no solo e correlacionaram os usos que se faz do solo com os impactos dessas ações para produtores e consumidores. Eles conseguiram propor explicações para o fato de que, além da necessidade de água e de luminosidade, a germinação e o desenvolvimento das plantas dependem de alguns minerais que são essenciais, bem como, compreenderam que há outros

minerais que não são requeridos ou são, até mesmo, prejudiciais para o desenvolvimento das plantas e para a nossa saúde.

Por meio da temática “O nosso lixo eletrônico”, destinada ao 4º ano do Ensino Fundamental, os alunos construíram entendimentos sobre os problemas ambientais e os malefícios à saúde humana advindos dos componentes eletrônicos e propuseram alternativas adequadas para o seu descarte. Além disso, eles desenvolveram raciocínios a respeito da importância do consumo consciente e correlacionaram os conhecimentos trabalhados em sala de aula com a problemática do consumo imprudente de eletrônicos pelas crianças.

Ademais, foi notável que, durante o desenvolvimento das três SEI analisadas, as comunicações e as reflexões se fizeram presentes ao longo de todo o processo, e, por isso, as atividades não seguiram um caminho linear (PEDASTE et al., 2015). Os alunos constantemente retornavam a etapas anteriores para refletirem e reelaborarem conhecimentos que estavam sendo validados no plano social daquelas salas de aula.

Mas para que esse desenvolvimento tenha sido promovido, o papel das professoras na condução das atividades foi fundamental. De maneira geral, em virtude da liberdade atribuída aos alunos para que eles levantassem e testassem suas hipóteses, eles puderam desenvolver raciocínios mais estruturados a respeito dos assuntos discutidos. Em alguns momentos, as professoras necessitaram auxiliar os alunos para que eles aprimorassem os conhecimentos que estavam sendo construídos – criando espaço para as discussões e auxiliando na avaliação das conclusões elaboradas – e isso permitiu que eles comunicassem suas descobertas e buscassem por evidências ao desenvolverem justificativas. Como Carvalho (2007) ressalta, é o professor que, de fato, proporciona meios para que os alunos participem ativamente das aulas. Portanto, ao auxiliarem os alunos, seja em suas comunicações orais, seja em suas produções, as professoras possibilitaram que eles se envolvessem com a cultura científica.

Isto nos permite dizer que, embora as nossas propostas visassem e fossem necessárias para a promoção de um ensino de Ciências investigativo no nível Fundamental, foi preciso mais do que as atividades intencionalmente planejadas nas sequências investigativas para que o ensino assumisse esse caráter investigativo (CARVALHO, 2018). Como discutido, as SEI serviram para orientar as professoras, mas foram elas que ao conduzir as aulas proporcionando liberdade intelectual aos seus alunos e permitindo que eles argumentassem, lessem e escrevessem sobre os

conteúdos para a construção do conhecimento científico, tornaram o ensino investigativo que impactou positivamente as aprendizagens naquela comunidade escolar.

Diante de sua relevância, consideramos que é preciso que os (futuros) professores se engajem cada vez mais em discussões e processos formativos sobre o ensino de Ciências por investigação, participem da elaboração de sequências de ensino fundamentadas nessa perspectiva e as desenvolvam em suas salas de aula para que promovam as práticas científicas por meio do debate e da fundamentação de ideias sobre fenômenos, processos, objetos e eventos da ciência. Vislumbramos essa como a principal via a para favorecer a promoção de processos de raciocínio e de reflexão relacionados às práticas científicas e epistêmicas e, por consequência, afastar o ensino de Ciências daquele centrado na promoção de atividades ritualísticas e centradas na memorização de conceitos e fatos.

Neste sentido, acreditamos que os quadros produzidos neste trabalho (vide quadros 2, 3 e 4) podem servir de ferramentas para orientar a elaboração e avaliação de propostas investigativas pelos professores, uma vez que eles contemplam as etapas e os aspectos essenciais que devem estar presentes nessas propostas e permitem visualizar os diferentes graus de abertura para guiar a avaliação da sua pertinência, de acordo com os objetivos propostos para a atividade.

Além disso, um possível desdobramento da nossa pesquisa se refere à realização de pesquisas futuras que investiguem os desafios enfrentados pelos professores no desenvolvimento dessa abordagem de ensino, cujo entendimento pode orientar ações de pesquisadores, formadores e dos próprios professores no sentido de atenuar os impasses para a promoção do ensino de Ciências por investigação na realidade escolar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: Problematizando as atividades em sala de aula. *In*: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática**. 1. ed. São Paulo: Pioneira Thomsom Larning, 2004. p. 19–33.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, Lei nº 9394 de 20 de dez. 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm>. Acesso em: 21 abr. 2020.

BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica**. Brasília: MEC, SEB, DICEI: Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral, 2013.

CARVALHO, A. C. S. **Importância da inserção de filmes e vídeos na prática docente no ensino fundamental I**. 2017. (Trabalho de Conclusão de Curso em Pedagogia) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2017.

CARVALHO, A. M. P. Construção do conhecimento e ensino de Ciências. **Em aberto**, v. 11, n. 55, p. 9–16, 1992.

CARVALHO, A. M. P. **Ciências no Ensino Fundamental: O conhecimento físico**. São Paulo: Scipione, 1998.

CARVALHO, A. M. P. Critérios estruturantes para o Ensino das Ciências. *In*: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática**. 1. ed. São Paulo: Pioneira Thomsom Larning, 2004. p. 1–17.

CARVALHO, A. M. P. Habilidades de professores para promover a Enculturação Científica. **Revista Contexto & Educação**, v. 22, n. 77, p. 25–49, 2007.

CARVALHO, A. M. P. Ensino e aprendizagem de Ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas - (SEI). *In*: LONGHINI, M. D. (Org.). **O uno e o diverso na educação**. Uberlândia: EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia, 2011. p. 253–266.

CARVALHO, A. M. P. Observações priorizando o conteúdo ensinado. *In*: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Os Estágios nos Cursos de Licenciatura**. São Paulo: Cengage Learning, 2012. p. 29–44.

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

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 765–794, 15 dez. 2018.

CHIZZOTTI, A. Coleta de Dados Qualitativos. *In*: CHIZZOTTI, A. (Org.). **Pesquisa em**

Ciências Humanas e Sociais. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2000. p. 89–106.

CURY, C. R. J. A qualidade da educação brasileira como direito. **Educação & Sociedade**, v. 35, n. 129, p. 1053–1066, 2014.

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. A disciplina e a prática da pesquisa qualitativa. *In*: DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. (Orgs.). **O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens**. 2. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2006. p. 15–41.

DIAS, F. M. A. et al. Autismo virtual: As implicações do uso excessivo de smartphones e tablets por crianças e jovens. **Redin-Revista Educacional Interdisciplinar**, v. 8, n. 1, p. 1–11, 2019.

GIL-PÉREZ, D. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 125–153, 2001.

GIRÃO, F. M.; BRANDÃO, A. C. P. Produção coletiva de textos na Educação Infantil: o trabalho de mediação docente. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 30, n. 3, p. 121-152, jul-set. 2014.

KELLY, G. J. Inquiry, activity and epistemic practice. *In*: DUSCHL, R. A.; GRANDY, R. E. (Orgs.). **Teaching Scientific Inquiry: recommendations for research and implementation**. Duschl, R. ed. Rotterdam, Holand: Taipei Sense Publisher, 2008. p. 288–291.

LEMKE, J., L. Aprender a hablar ciencia: lenguaje, aprendizaje y valores. Grupo Planeta (GBS), 1997.

LIMA, M. E. C. C.; MAUÉS, E. Uma releitura do papel da professora das séries iniciais no desenvolvimento e aprendizagem de ciências das crianças. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 8, n. 2, p. 184–198, dez. 2006.

LOIZOS, P. Vídeo, filme e fotografias como documento de pesquisa. *In*: BAUER, M. W.; GASKELL, G. (Orgs.). **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático**. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2002. p. 137–155.

LONGHINI, M. D. O conhecimento do conteúdo científico e a formação do professor das séries iniciais do ensino fundamental. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 2, p. 241–253, 2008.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. 2. ed. São Paulo: E.P.U, 2013.

MARTÍNEZ, L. F. P. A pesquisa qualitativa crítica. *In*: MARTÍNEZ, L. F. P. (Org.). **Questões sociocientíficas na prática docente: Ideologia, autonomia e formação de professores**. São Paulo: Editora UNESP, 2012. p. 139–152.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. Elaboração de conflitos e anormalias em sala de aula. *In*: MORTIMER, E. F.; SMOLKA, A. L. B. (Orgs.). **Linguagem, Cultura e Cognição: reflexões para o ensino e a sala de aula**. 1. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2001. p. 107–138.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. Ensinar ciencias por investigação: em quê estamos de acordo? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 89–111, 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Inquiry and National Science Standards: A guide for teaching and learning**. Washington: National Academic Press, 2000.

OLIVEIRA, R. S.; GOMES, E. S.; AFONSO, J. C. O Lixo Eletroeletrônico: Uma Abordagem para o Ensino Fundamental e Médio. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 4, p. 240–248, 2010.

PAIVA, N. M. N.; COSTA, J. S. A influência da tecnologia na infância: desenvolvimento ou ameaça? **Psicologia.pt**, v. 1, p. 1–13, 2015.

PEDASTE, M. et al. Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. **Educational Research Review**, v. 14, p. 47–61, fev. 2015.

RAMOS, L. B. C.; ROSA, P. R. S. O ensino de ciencias: Fatores intrínsecos e extrínsecos que limitam a realização de atividades experimentais pelo professor dos anos iniciais do ensino fundamental. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 3, p. 299–331, 2008.

RODRIGUES, B. A.; BORGES, A. T. O ensino de ciencias por investigação: Reconstrução histórica. Curitiba: **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física**, 2008.

ROSA, C. W.; PEREZ, C. A. S.; DRUM, C. Ensino de física nas séries iniciais: Concepções da prática docente. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 3, p. 357–368, 2007.

SÁ, E. F. et al. As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de ciencias. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 10, n. 1, p. 1–13, 2007.

SADLER, T. D. Situating Socio-scientific Issues in Classrooms as a Means of Achieving Goals of Science Education. *In*: SADLER, T. D. (Org.). **Socio-scientific issues in the classroom: teaching, learning and results**. Contemporary Trends and Issues in Science Education. Dordrecht: Springer Netherlands, 2011. p. 1–9.

SANTANA, R. S.; CAPECCHI, M. C. V. M.; FRANZOLIN, F. O ensino de ciencias por investigação nos anos iniciais: possibilidades na implementação de atividades investigativas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 3, p. 686–710, 2018.

SASSERON, L. H. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula**. 265p. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. *In*: CARVALHO, A. M. P. et al. (Org.). **Ensino de ciencias por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 41–62.

SASSERON, L. H. Alfabetização Científica, Ensino Por Investigação e Argumentação: Relações Entre Ciências Da Natureza e Escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. spe, p. 49–67, 2015.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: A proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 3, p. 333–352, 2008.

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. 52, 8 ago. 2016.

SCHWARTZMAN, S. Os desafios da educação no Brasil. *In*: SCHWARTZMAN, S.; BROCK, C. (Orgs.). **Os desafios da educação no Brasil**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2005. p. 9–49.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. *In*: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Orgs.). **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Unijuí, 2010. p. 231–261.

SILVA, M. B. E; GEROLIN, E. C.; TRIVELATO, S. L. F. A Importância da Autonomia dos Estudantes para a Ocorrência de Práticas Epistêmicas no Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 905–933, 15 dez. 2018.

TRAVITZKI, R. Qualidade com equidade escolar: Obstáculos e desafios na educação brasileira. **REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación**, v. 15.4, n. 4, p. 27–49, 2017.

VIANNA, H. M. **Pesquisa em educação: a observação**. Brasília: Liber Livro Editora, 2007. v. 5

VIECHENESKI, J. P.; CARLETTO, M. Por que e para quê ensinar ciências para crianças. **Revista Brasileira de Ensino de C&T**, v. 6, n. 2, p. 213–227, 2013.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de Ciências: Aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 67–80, 2011.

ZYTKUEWISZ, M. A. B.; BEGO, A. M. Crítica à experimentação tradicional e a importância do erro no processo de ensino e aprendizagem de ciências. **Revista Iluminart - Edição Especial IX Encontro Paulista de Pesquisa em Ensino de Química**, n. 16, p. 74–79, 2018.

APÊNDICES

Apêndice A – O nosso lixo: Uma Sequência de Ensino Investigativa para uma turma de 1º ano do Ensino Fundamental

1) Proposição do problema:

O que nós poderíamos fazer com o lixo que produzimos durante uma semana em nosso recreio?

a) Discutir com os alunos os vários destinos que diariamente damos ao lixo que produzimos.

Para isso, deve ser entregue a cada aluno um questionário e as questões serem lidas junto com eles. Os questionários devem ser respondidos com a ajuda dos pais, devolvidos para a professora e retomados ao final da atividade investigativa.

QUESTIONÁRIO
01) Para você, o que significa lixo? _____ _____
02) O que vocês fazem com o lixo que é produzido em suas casas? _____ _____
03) Para onde vai todo o lixo que sai da sua casa? _____ _____
04) E o lixo da sua escola, você sabe para onde vai? _____ _____

2) Materiais a serem utilizados:

a) Caixas de papelão de diferentes cores (de acordo com as cores padronizadas para acondicionar os diferentes materiais) para que eles juntem os lixinhos dos seus lanches.

3) Resolução do problema pelos alunos (elaboração e teste de hipóteses):

a) Os alunos devem ser divididos em pequenos grupos que irão propor destinos para os lixos que produzirão e serão guardados na caixa durante uma semana.

b) A professora solicitará aos grupos que discutam entre si possíveis destinos para o lixo que produziram. Os grupos devem ser acompanhados e orientados em suas escolhas.

4) Materiais esperados no lanchinho do recreio:

a) Plástico: Pacotes de salgadinhos, pacotes de biscoito, canudinhos descartáveis.

b) Papel: Caixinhas de suco, guardanapos.

c) Lixo orgânico: Cascas e restos de frutas.

5) Sistematização dos conhecimentos:

a) Organizar a sala em círculo para o debate.

b) Cada grupo deve expor à turma quais os destinos propostos.

c) Proporcionar sistematização do conhecimento a partir de questões como:

i.) Por que vocês escolheram esse destino?

ii) Vocês acham que poderia existir outro destino além do que vocês escolheram? Qual?

d) Sugere-se que seja realizada uma discussão sobre os “três erros”, utilizando para isso o vídeo da Turma da Mônica (<https://www.youtube.com/watch?v=L3zaoUaHJhQ&pbjreload=10>). É muito importante que nesta etapa a professora guie os alunos na compreensão do vídeo assistido, criando um momento de discussão. Sugere-se que ela discuta com eles, por exemplo, o que cada um de nós pode fazer para “salvar o planeta” (tema do vídeo a ser utilizado).

6) Contextualização social:

a) Sugere-se também que seja empregado o vídeo sobre plásticos no mar, utilizando o vídeo do Peixonautas (https://www.youtube.com/watch?v=9uwZHC-ui_Y). É importante que se discuta com os alunos sobre a contaminação dos mares devido ao descarte incorreto dos lixos e as consequências que essas atitudes ocasionam ao ecossistema.

b) Posteriormente, com a turma novamente organizada em círculo, a professora pode solicitar que os alunos respondam oralmente as questões a seguir:

- 01) Para a gente, lixo é tudo o que não serve para nada? Por quê?
 02) Por que é tão importante pensarmos no que vamos fazer com o lixo que produzimos?
 03) Como os 3R's podem nos ajudar nessa tarefa de cuidar do nosso lixo?

c) Recomendamos que a professora peça ao final da atividade investigativa, para os alunos imaginarem qual seriam: (i) o caminho que os lixos produzidos por eles teriam sem o devido cuidado e; (ii) o caminho que tiveram pelos novos destinos propostos. É importante que a professora peça aos alunos para explicarem suas respostas.

d) A professora poderá guiar os alunos na elaboração de um texto coletivo sobre a aprendizagem durante o desenvolvimento da SEI.

e) Sugere-se que a professora crie uma apresentação teatral com toda a turma.

Referências:

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

DEARO, G. Campanha choca para mostrar problema dos plásticos nos oceanos. Cartazes de ONG alertam para contaminação da vida marinha pelo descarte de plástico nos oceanos. **Exame Abril**, 2019. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/marketing/campanha-choca-para-mostrar-problema-dos-plasticos-nos-oceanos/>. Acesso em: 14 de abr. de 2019.

MUNDO declara guerra ao canudo plástico, vilão do meio ambiente. **BBC News**, 2018. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-44419803>. Acesso em: 13 de abr. de 2019.

PEIXONAUTA o caso das garrafas plásticas. Pinguim Content. [S.l.]. 2015, 11m31s, son., color. Disponível em: < https://www.youtube.com/watch?v=9uwZHC-Ui_Y&t=126s>. Acesso em: 15 de abr. de 2019.

UM plano para salvar o planeta. Maurício de Sousa Produções. 2011, 25m32s, son., color. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=L3zaoUaHJhQ&pbjreload=10>>. Acesso em: 15 de abr. de 2019.

Apêndice B – Os solos e o plantio: Uma Sequência de Ensino Investigativa para uma turma de 3º ano do Ensino Fundamental

1) Proposição do problema:

Como o feijão se desenvolve em diferentes tipos de solo?

a) Discutir com os alunos a importância do solo na produção de alimentos.

Sugere-se que os alunos respondam o questionário a seguir e que suas respostas sejam usadas para dar início a essa discussão.

QUESTIONÁRIO:

01) Quais alimentos você consome que vêm da terra?

02) Você sabe o que é preciso para que haja um bom plantio desses alimentos?

03) Para você, qual a importância da agricultura no nosso dia a dia?

2) Materiais a serem utilizados:

a) Três garrafas do tipo pet.

b) Sementes de feijão.

c) Amostras de diferentes tipos de solo (rico em húmus, solo de região que sofreu queimadas e solo com rejeito de mineração).

3) Resolução do problema pelos alunos (elaboração e teste de hipóteses):

a) A turma deve ser dividida em pequenos grupos.

b) O material deve ser entregue aos grupos e sugere-se que a professora solicite que os alunos criem seus canteiros para o cultivo do feijão nas amostras dos diferentes solos.

c) Os grupos devem ser solicitados a levantar hipóteses sobre o que eles esperam que aconteça em cada canteiro e sobre o que é necessário para que o feijão sobreviva (para além do solo, eles precisam pensar sobre a necessidade de água e luz para que as plantas vivam). O quadro A (em anexo), poderá ser utilizado para que os alunos façam suas anotações e, posteriormente a professora deverá discutir com a turma.

d) Sugere-se que os alunos observem o comportamento do feijão ao longo de 3 semanas, anotando todas as observações que julgarem importantes em um material reservado para essas anotações, o qual eles possam acessar durante toda a investigação (quadro B, presente em anexo).

4) Sistematização dos conhecimentos:

a) Organizar a sala em círculo para o debate.

b) Cada um dos grupos deve mostrar seus canteiros para o restante da turma e expressar o que observaram durante as 3 semanas.

c) Proporcionar sistematização coletiva do conhecimento a partir de questões como:

i) Vocês esperavam que o feijão se desenvolvesse do jeito que vocês observaram nos canteiros com os diferentes tipos de solo?

ii) O grupo observou algo diferente do que vocês esperavam? Se sim, o quê?

iii) Vocês conseguem explicar por que o feijão se desenvolve de maneiras diferentes nos diferentes solos? Sugere-se que a professora guie os alunos no estabelecimento de um parâmetro para a comparação do desenvolvimento das plantas. Por exemplo: tamanho das folhas, tamanho das raízes, ou outro.

5) Escrever e desenhar:

a) Sugere-se que a professora peça aos alunos que desenhem as etapas da investigação que realizaram, e represente o comportamento das sementes de feijão nos diferentes solos ao longo das semanas. Sugere-se também os alunos descrevam esse comportamento e suas explicações para ele.

A professora pode pedir que os grupos apresentem seus desenhos e/ou leiam para o restante da turma.

6) Contextualização social:

a) Para dar início a essa etapa, sugere-se a leitura do texto a seguir com a turma. Este trata de técnicas de agricultura, do ciclo do nitrogênio, das queimadas e seus efeitos no meio ambiente.

Caso considere necessário, a professora poderá propor mudanças no texto de forma a adequar sua linguagem ao nível cognitivo dos alunos.

Química e agricultura

Muitos metais são essenciais para o crescimento de todos os tipos de organismos, desde as bactérias até mesmo o ser humano, mas eles são requeridos em baixas concentrações e podem danificar sistemas biológicos quando presentes em concentrações maiores. Outros metais, no entanto, não são essenciais, isto é, não são requeridos pelos organismos e pequenas concentrações podem causar danos aos organismos. Dessa forma, os metais são classificados em: elementos essenciais: sódio, potássio, cálcio, ferro, zinco, cobre, níquel e magnésio; e elementos não essenciais: arsênico, chumbo, cádmio, mercúrio, alumínio, titânio, estanho e tungstênio.

A contaminação do solo e da água por metais tóxicos constitui um grave problema para a agricultura, prejudicando os produtores, com a perda de produtividade das plantas afetadas; e os consumidores, com efeitos danosos que o consumo dessas plantas pode acarretar para a saúde.

Diferentemente do que ocorre com o zinco, o níquel e outros metais, alguns não são utilizados pelos seres vivos como nutrientes. Ao contrário, sua toxicidade prejudica as plantas de várias maneiras – por exemplo, inibindo o desenvolvimento radicular e, assim, rebaixando a absorção de água e nutrientes pelas raízes. As consequências podem ir da diminuição da produtividade da lavoura até a morte das plantas. Os metais que podem estar presente no solo ou na água de irrigação são facilmente absorvidos e acumulados pela planta mesmo quando em concentrações muito baixas no ambiente. E, se essa planta vier a ser utilizada por animais ou seres humanos, o metal tóxico poderá eventualmente chegar ao organismo do consumidor.

A falta de conhecimento mais específico da natureza dos solos e a forma de conservá-los podem gerar sérios problemas ambientais, sociais e econômicos. O uso do solo exaustivamente e sem a utilização de técnicas adequadas de conservação compromete a produtividade e reflete diretamente na situação do agricultor.

A reposição de nutrientes dos vegetais ao solo ocorre naturalmente num processo cíclico, no qual eles são devolvidos após a morte e a decomposição dos vegetais. No entanto, no cultivo de lavouras, em virtude da colheita, os nutrientes saem desse sistema, isto é, são exportados com os alimentos comercializados, e o ciclo se rompe. Com o passar do tempo, o solo perde nutrientes e empobrece. Para repor os nutrientes é adotada a prática da adubação, a qual consiste no

fornecimento de nutrientes para os vegetais, por meio de materiais orgânicos (restos de vegetais, estrume de gado etc.).

A queimada é ainda muito utilizada pelos agricultores para limpeza e preparo do solo antes do plantio. A impressão de que a qualidade do solo melhora, se dá porque, em um primeiro momento a cinza pode melhorar de modo efêmero o desempenho das plantas, mas logo este efeito se perde porque a cinza é levada nas primeiras chuvas, enquanto os demais nutrientes foram levados pelo ar junto à fuligem. As queimadas prejudicam o solo, pois além de destruir toda a vegetação, o fogo também acaba com nutrientes e com os minúsculos seres (decompositores) que atuam na decomposição dos restos de plantas e animais.

O fogo também acaba levando para dentro das residências, cobras, escorpiões, aranhas, ratos, entre outras espécies que fora do seu habitat natural, podem causar acidentes aos seres humanos. A fumaça e a fuligem também causam problemas. Diminuem a qualidade do ar provocando doenças respiratórias, como asma e rinite, atingindo principalmente, crianças e idosos, e às margens das rodovias podem diminuir a visibilidade dos motoristas e provocar acidentes graves.

Texto adaptado de: SANTOS, W. L. P; MÓL, G. S. **Química Cidadã**, 1. ed. São Paulo: Nova Geração, 2010. p. 212-220.

b) Para auxiliar os alunos a correlacionarem as informações presentes no texto lido com a experimentação realizada por eles, a professora pode propor questões como:

i) Na experimentação realizada em nossas aulas, vocês puderam perceber que o feijão se desenvolveu de maneiras diferentes dependendo das condições do solo. De acordo com nosso experimento e com as informações do texto que discutimos:

- Como os metais presentes no solo podem afetar o desenvolvimento das plantas, os produtores e os consumidores delas?
- Quais os desequilíbrios que as queimadas podem causar ao meio ambiente?

ii) Por que a adubação do solo precisa ser realizada nas lavouras?

Neste momento, pode-se debater com os estudantes a importância da atividade minerária nos dias de hoje; do respeito às normas de segurança e responsabilidade para com o meio ambiente e; dos impactos causados pelos acidentes envolvendo rejeitos dessa atividade quando essas normas não são atendidas.

A professora, pode ainda discutir sobre a importância da recuperação de áreas degradadas, citando como exemplo de área recuperada o Parque Municipal das Mangabeiras (exemplo próximo da realidade dos alunos).

Sugere-se que seja criada uma peça teatral sobre o desenvolvimento dos feijões em cada solo observado.

Referências Bibliográficas

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

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. **Química Cidadã**. 1. ed. São Paulo: Nova Geração, 2010. cap. 6, p. 212-220.

Quadro A

LEVANTAMENTO DE HIPÓTESES – ATIVIDADE INVESTIGATIVA 3º ANO DO
ENSINO FUNDAMENTAL

Como o feijão se desenvolve em diferentes tipos de solo?

	Solo rico em húmus	Solo que sofreu queimadas	Solo com rejeito de mineração
O que você acha que irá acontecer com os feijões que você plantou nesses solos? Por quê?			
Você acha que o feijão irá crescer? Se sim, como? Se não, por quê?			
Para você, o que é necessário para que o feijão cresça nesse solo?			

Quadro B

QUADRO DE ANOTAÇÕES PARA ACOMPANHAMENTO DURANTE A
INVESTIGAÇÃO – 3º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

Como o feijão se desenvolve em diferentes tipos de solo?

DIA	ANOTAÇÕES
1º DIA ____/____	
2º DIA ____/____	
3º DIA ____/____	
4º DIA ____/____	
5º DIA ____/____	

Apêndice C – O nosso lixo eletrônico: Uma Sequência de Ensino Investigativa para uma turma de 4º ano do Ensino Fundamental

1) Proposição do problema:

Quanto de lixo eletrônico nossas famílias produziram no ano de 2018 e no primeiro semestre do ano de 2019?

a) Discutir com os alunos o que eles sabem sobre lixo eletrônico; a origem do termo e o que tem sido caracterizado como lixo eletrônico, citando exemplos. Algumas informações podem guiar esse processo de discussão inicial, como a que segue (INFORMAÇÕES PARA A PROFESSORA):

Lixo eletrônico ou e-lixo é um conglomerado de aparelhos eletrônicos que deixam de ser úteis, por estar com defeito ou obsoletos. O lixo eletrônico é composto de diversos materiais (PEDERSEN et al., 1996). Exemplos de aparelhos e objetos que comumente se tornam lixos eletrônicos são os aparelhos celulares, computadores, tablets, pilhas, baterias, entre outros.

2) Resolução do problema pelos alunos (elaboração e teste de hipóteses):

a) Para auxiliar os estudantes na elaboração de suas hipóteses, podem ser realizados os seguintes questionamentos:

i) Após discutirmos sobre o que é lixo eletrônico, quais os e-lixos vocês acham que suas famílias mais produziram em 2018 e no início deste ano de 2019?

ii) Vocês conseguem imaginar para onde foi todo o lixo que produzimos no ano de 2018 e até agora em 2019?

iii) Vocês sabem quais as consequências do lixo eletrônico para o meio ambiente?

É importante solicitar aos grupos que registrem suas hipóteses iniciais em um material reservado para essas anotações. O quadro A (em anexo) poderá ser utilizado pelos alunos.

b) Sugere-se que a turma seja dividida em pequenos grupos para que eles pesquisem nas suas famílias a quantidade e quais os “e-lixos” eles produziram no ano de 2018 e 2019.

c) Eles devem levar essas informações para a sala de aula e reunirem-se com o restante do grupo para fazerem o levantamento dos dados coletados por cada

integrante. Esse levantamento pode envolver a análise: (i) da quantidade de pessoas presentes em cada família; (ii) das categorias (tipos) de lixo produzidos; (iii) da quantidade de lixo gerado em cada categoria; (iv) da quantidade total de lixo eletrônico que cada família produziu; (v) dos destinos dados a esses lixos eletrônicos, entre outros (vide tabela 1 em anexo).

d) Os grupos devem construir diferentes tabelas e gráficos (apropriados para o grau de aprendizagem dos alunos) com os dados obtidos. Nesta tarefa, os grupos precisam ser acompanhados e orientados pela professora.

3) Materiais eletrônicos esperados:

a) Telefones, celulares, baterias, carregadores; computadores, monitores e teclados; máquinas fotográficas; impressoras; tablets; aparelhos de som; televisores, controles remotos; lâmpadas eletrônicas; geladeiras; fogões; rádios; pilhas; entre outros.

4) Sistematização dos conhecimentos:

a) A turma deve ser organizada em círculo para o debate onde cada grupo apresentará os resultados obtidos durante a investigação.

b) A sistematização coletiva dos conhecimentos deve se dar a partir de questionamentos, como:

i) A quantidade de lixo eletrônico produzido estava dentro, abaixo ou acima do esperado por vocês?

ii) Quais os e-lixos foram mais produzidos por suas famílias no ano de 2018 e no início deste ano de 2019?

iii) Quais destinos suas famílias deram para esses e-lixos?

iv) Você consegue pensar em outras maneiras de reduzir o e-lixo produzido por nós? Quais?

5) Contextualização social:

a) Os vídeos abaixo poderão ser utilizados pela professora para contextualização:

i) “Desfábricas transformam lixo eletrônico em matérias-primas” (<https://www.youtube.com/watch?v=VFeld3tGYyI>);

ii) “Lixo Eletrônico – Parte 1” (https://www.youtube.com/watch?v=gay9R_n2qA) e;

iii) “Sustentabilidade, lixo eletrônico?”
 (<https://www.youtube.com/watch?v=NII5rUbhffg>).

c) É muito importante que os alunos se reúnam novamente em círculo e discutam pontos que relacionam os vídeos que assistiram à investigação que realizaram. Neste momento, a professora pode fazer questionamentos, como:

- i) Vocês consideram importante o descarte correto do lixo eletrônico?
Por quê?
- ii) Qual a importância do tratamento do lixo eletrônico?
- iii) O que podemos fazer para evitar o lixo eletrônico?
- iv) Vocês já compraram algo e depois perceberam que não precisavam?
- v) Em sua opinião, qual a importância de ser um consumidor consciente?
- vi) Quais atitudes podemos ter para consumirmos sem exageros?

Referências Bibliográficas

ALVES, F. “Sustentabilidade, lixo eletrônico”. 2016. (2m14s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=NII5rUbhffg>. Acesso em 26 de abr. de 2019.

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

DESFÁBRICAS transformam lixo eletrônico em matérias-primas. Grupo Bandeirantes de Comunicação. 2017, 5m35s. son., color. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=VFeld3tGYyl>>. Acesso em: 26 de abr. de 2019.

GLOBO Natureza, lixo eletrônico – Parte 1. Globo Comunicação e Participações S.A. 2016, 7m23s, son., color. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=gay9R_n2qA>. Acesso em: 26 de abr. de 2019.

PEDERSEN, S.; WILSON, C.; PITTS, G.; STOTESBERY, B. Electronics Industry Environmental Roadmap, 1996. Disponível em: <http://www.ce.cmu.edu/GreenDesign/comprec/eier96roadmap.pdf>. Acesso em: 28 de abr. de 2019.

SUSTENTABILIDADE lixo eletrônico. Fabiana Alves. 2016, 2m14s, son., color. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=NII5rUbhffg>. Acesso em: 26 de abr. de 2019.

Quadro A**LEVANTAMENTO DE HIPÓTESES – ATIVIDADE INVESTIGATIVA 4º ANO DO
ENSINO FUNDAMENTAL**

Quanto de lixo eletrônico nossas famílias produziram no ano de 2018 e no primeiro semestre do ano de 2019?

RESPONDA:

01) Após discutirmos sobre o que é lixo eletrônico, quais os e-lixos vocês acham que suas famílias mais produziram em 2018 e no início deste ano de 2019?

02) Vocês conseguem imaginar para onde foi todo o lixo eletrônico que produzimos no ano de 2018 e até agora em 2019? Justifique sua resposta.

03) Vocês sabem quais as consequências do lixo eletrônico para o meio ambiente?

Tabela 1

TABELA DE ANOTAÇÕES - ATIVIDADE INVESTIGATIVA 4º DO ENSINO
FUNDAMENTAL

Quanto de lixo eletrônico nossas famílias produziram no ano de 2018 e no primeiro semestre do ano de 2019?

Quantos membros fazem parte da sua família?	
----------------------------------------------------	--

LIXO ELETRÔNICO	QUANTIDADE	DESTINOS DADOS A ESSES LIXOS ELETRÔNICOS
Telefones		
Celulares		
Carregadores		
Bateria de celulares e notebooks		
Computadores		
Monitores		
Teclados		
Máquinas fotográficas		
Impressoras		
Tablet's		
Aparelhos de som		
Televisores		
Controles remoto		
Pilhas		
Geladeiras		
Fogões		
HD externos		
Mouses		
Pen-drives		
Roteadores e modems		
Notebooks		
Aparelhos de DVD		
Outros (Cite quais):		
TOTAL:		