

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FAE – Faculdade de Educação
Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências

Kênea Flávia de Souza Fernandes Rodrigues

Investigando a Fotossíntese no Ensino Fundamental

Belo Horizonte
2019

Kênea Flávia de Souza Fernandes Rodrigues

Investigando a Fotossíntese no Ensino Fundamental

Versão Final

Monografia apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências como requisito parcial para obtenção de título de especialista em Educação em Ciências.

Orientador: Ludmila Olandim de Souza

Belo Horizonte
2019

R696i Rodrigues, Kênea Flávia de Souza Fernandes, 1979-
Investigando a Fotossíntese no Ensino Fundamental
[manuscrito] / Kênea Flávia de Souza Fernandes Rodrigues. - Belo
Horizonte, 2019.
22 f., il.

Monografia - (Especialização) - Universidade Federal de Minas
Gerais, Faculdade de Educação.
Orientadora: Ludmila Olandim de Souza

1. Fotossíntese. 2. Biologia. 3. Ensino fundamental. 4. Ciência.

I. Título. II. Souza, Ludmila Olandim de. III. Universidade Federal
de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

CDD- 581.13342

Catálogo na Fonte: Biblioteca da FaE/UFMG

Catálogo na Fonte*: Biblioteca da FaE/UFMG Bibliotecária † : Moema Brandão da Silva CRB/6-1581 (Atenção: É proibida a alteração no conteúdo, na forma e na diagramação gráfica)

Dados de Identificação:

ALUNO: KÊNEA FLÁVIA DE SOUZA FERNANDES RODRIGUES

TÍTULO DO TRABALHO: *Investigando a síntese no Ensino Fundamental - uma proposta de SD*

Banca Examinadora:

Professor Orientador: Ludmila Olandim de Souza

Professor Examinador: Vanelle Wendy de Jesus Costa

Parecer:

Aos *30* dias do mês de *Novembro* de *2019*, reuniram-se na sala *505* do CECIMIG, o professor orientador e o examinador, acima descritos, para avaliação do trabalho final do(a) aluno(a)

Após a apresentação, o(a) aluno(a) foi arguido e a banca fez considerações conforme formulário anexo:

Assim sendo, a banca considera o trabalho aprovado
 aprovado mediante modificações com entrega até 03/02/2020
 reprovado. Agendamento de nova defesa até 27/02/2020

Belo Horizonte, *30* de *Novembro* de *2019*

Assinatura da banca: *Vanelle Wendy de J Costa*

NOTA: *98,6*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pela minha vida que tornou possível a minha caminhada até aqui. Agradeço ao Tutor do curso Tiago M. Piuzana por nortear nossos caminhos nessa jornada e a Ludmila Olandim que orientou meu trabalho de pesquisa com excelência, qualidade e pontualidade. Enfim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram com gestos de paciência, tolerância e apoio.

RESUMO

O presente trabalho descreve uma sequência didática com enfoque no ensino por investigação, para alunos do sétimo ano do ensino fundamental de uma escola pública do município de Ibirité/MG. A partir da realização de atividades experimentais investigativas, objetivou-se fomentar a alfabetização científica e capacitá-los a compreender o processo da fotossíntese de forma integral e contextualizada. O estudo foi desenvolvido a partir de uma pesquisa qualitativa sob a perspectiva da investigação ação, a construção dos dados constou da análise de relatórios dos alunos, diário de campo, áudios gravados e registro fotográfico realizados durante as cinco etapas da sequência didática. A partir da análise dos dados podemos sugerir a existência da dificuldade em trabalhar o ensino investigativo nas aulas de ciências oriundas de um sistema educacional restritivo e limitado, entretanto mostrou potencialidade de possibilitar o protagonismo do aluno e o desenvolvimento de habilidades importantes para a construção de uma aprendizagem significativa.

Palavras chave: Sequência didática, Fotossíntese, Ensino por Investigação, Alfabetização científica, Atividades experimentais.

Abstract

This paper describes a didactic sequence focused on teaching by research for seventh grade students of a public school in the municipality of Ibirité / MG. From the conduction of investigative experimental activities, the objective was to foster scientific literacy and enable them to understand the process of photosynthesis in an integral and contextualized way. The study was developed from a qualitative research from the perspective of action research, the construction of data consisted of the analysis of student reports, field diary, recorded audios and photographic record during the five stages of the didactic sequence. From the analysis of the data we can suggest the existence of difficulty in working the investigative teaching in science classes from a restrictive and limited educational system. meaningful learning.

Key words: Didactic sequence, Photosynthesis, Research Teaching, Scientific literacy, Experimental activities.

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Descrição das atividades realizadas na execução da sequência didática	07
QUADRO 2 – Aula dialógica sobre as plantas	08
QUADRO 3 – Fala dos alunos sobre o desenvolvimento do girassol	10
QUADRO 4 – Fala do aluno sobre a importância das plantas	11
QUADRO 5 – Perguntas dos alunos sobre as imagens e palavras da atividade ..	15
QUADRO 6 – Fala da pesquisadora para os alunos	16
QUADRO 7 – Informações dos grupos sobre a equação da fotossíntese	16

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Imagem do experimento - desenvolvimento do girassol.....	09
FIGURA 2 – Desenho do grupo 1 - observação do girassol	09
FIGURA 3 – Imagem do experimento da planta <i>elodea</i>	11
FIGURA 4 – Desenho dos grupos 3 e 4 respectivamente sobre experimento da planta <i>elodea</i>	11
FIGURA 5 – Imagem da observação da planta <i>elodea</i> no microscópio	12
FIGURA 6 – Imagem do desenho produzido pelo grupo 1 da planta <i>elodea</i> no microscópio	13
FIGURA 7 – Imagem da reação do iodo nos alimentos	13
FIGURA 8 – Relatório do grupo 1 sobre o amido.....	14
FIGURA 9 – Representação esquemática da fotossíntese pelos grupos 1 e 2	15

Sumário

1- INTRODUÇÃO.....	1
2- REFERENCIAL TEÓRICO	2
3- METODOLOGIA	6
4- RESULTADO E DISCUSSÃO	8
5- CONCLUSÃO	18
REFERÊNCIAS.....	20

1- INTRODUÇÃO

O mundo globalizado introduziu produtos e tecnologias no mercado econômico que demandam um entendimento a partir da alfabetização científica, definido por Lorenzetti e Delizoicov (2001) como “a capacidade do indivíduo ler, compreender e expressar opinião sobre assuntos que envolvam a Ciência.”, no Brasil esse processo também tem reflexo da globalização, desse modo a alfabetização científica se faz necessária para todos.

Algumas habilidades são necessárias entre os indivíduos alfabetizados cientificamente, destacam Carvalho e Sasseron (2011), desenvolver a capacidade de organizar o pensamento de maneira lógica, além de auxiliar na construção de uma consciência mais crítica em relação ao mundo que o cerca, fornecer subsídios para tomada de decisões sobre assuntos que envolvam as ciências e suas tecnologias, e deste modo extrair da formação científica uma visão de mundo mais rica e interessante.

Na prática, não raro, vivenciamos um ensino de ciências pautado na transmissão de informações descontextualizadas e socialmente desconectadas da vivência cotidiana do aluno gerando assim, percepções superficiais e distorcidas. Essas discordâncias justificam o desinteresse e o fracasso de um bom número de alunos com a sua recusa à ciência. Diante disso, Cachapuz *et al.* (2005) reflete sobre a real necessidade de renovação do ensino de ciências na suas abordagens e métodos considerando uma educação científica para todos, fomentando assim a alfabetização científica.

Os conceitos da ciência, segundo Lima e Munford (2007), são apresentados de forma abstrata e distante do contexto de sua origem ocasionando um distanciamento da ciência praticada na escola e a ciência do cientista. No entanto, o conhecimento de ciências não pode ser reduzido a conceitos, fatos e significados fixos e imutáveis, e sim ter o entendimento crítico de modelos e práticas para o aluno aprender a pensar cientificamente. Contudo, é preciso ter cuidado com modelos de ensino centrado em definições tomadas como verdade sem maior problematização e diálogo que constroem representações inadequadas sobre a ciência.

Para estimular a aprendizagem científica, o ensino por investigação vem desenvolver habilidades típicas das atividades dos cientistas pelos alunos. A abordagem investigativa associa a aprendizagem de conceitos científicos às práticas da comunidade científica aproximando a ciência dos cientistas à ciência escolar. O ensino investigativo é uma alternativa do professor diversificar sua prática pedagógica, podendo coexistir vários tipos de abordagens e não necessariamente atividades abertas ou experimentais, concepções consideradas equivocadas por Lima e Munford (2007). Esclarece ainda Leonor *et al.* (2013), que essa abordagem não pretende formar cientistas, mas promover uma metodologia que busque desenvolver sujeitos capazes de observar, argumentar, analisar e levantar hipóteses dos fatos que envolvem sua realidade cotidiana.

Os alunos, segundo Parâmetro Curricular Nacional, devem conhecer e experimentar os produtos da ciência para produção de novos conhecimentos, para isso, é preciso ir além da teoria. Os estudos recentes de Sasseron (2018), Carvalho (2018), Zômpero e Laburú (2016) mostram um novo olhar em aprender e ensinar ciências ao sugerir o ensino investigativo como caminho metodológico de autoaprendizagem do aluno com desenvolvimento de habilidades, valores e atitudes para atuação na vida cotidiana.

A partir do exposto e refletindo sobre uma proposta que atenda a necessidade real e urgente de uma renovação do ensino de ciências na suas abordagens e métodos e que leve em consideração uma educação científica para todos, a presente pesquisa tem como objetivo geral elaborar, aplicar e analisar uma sequência didática sobre fotossíntese a partir do enfoque do ensino por investigação para alunos de sétimo ano de uma escola pública da cidade de Ibirité/MG, com intuito de capacitar o aluno a observar, refletir e interpretar as reações bioquímicas presentes no processo de fotossíntese. Enfim, desenvolver no aluno a autonomia de construir explicações e apropriar-se de conceitos das ciências naturais.

2- REFERENCIAL TEÓRICO

O ensino de ciências é uma construção de conhecimento contínuo que se dá a partir das relações do indivíduo com o mundo social e cultural. Por sua vez, o modelo de ensino tradicional oferece pouca oportunidade de se realizar

investigações e de argumentar acerca dos temas e fenômenos estudados (Lima, David e Magalhães, 2008). Contudo, nas últimas décadas, o ensino de ciências sofreu transformações no foco do processo de ensino-aprendizagem em que o conhecimento ultrapassa as fronteiras conceituais incorporando as práticas científicas com a participação ativa dos estudantes. Desse modo a alfabetização científica definida por Sasseron (2015) como um processo de construção de entendimento que evidenciam as relações entre a ciência, tecnologia e sociedade permitindo o indivíduo posicionar e tomar decisões, se torna inevitável na busca de atender uma demanda social e econômica.

O desenvolvimento de habilidades para a alfabetização científica, segundo Santos e Galembeck (2017) requer a aprendizagem significativa no ensino de ciências em que o aluno é valorizado nas suas dimensões mais amplas em que todos os aspectos do seu meio convergem para a sua aprendizagem. Para empreender a alfabetização científica é relevante a construção de práticas que permitam aos alunos uma visão crítica frente aos temas científicos que afligem a sociedade e é nesse sentido que o ensino investigativo configura como uma abordagem didática que possibilita aos estudantes o papel ativo na construção de sua aprendizagem. O ensino por investigação faz uma ligação interessante entre a cultura escolar e a cultura científica no desenvolvimento de habilidades que atenda as demandas da sociedade atual (SASSERON, 2015).

As ideias propostas sobre o ensino por investigação no Brasil estão presentes desde os Parâmetros Curriculares de 1997, no entanto esse método não estava bem estabelecido e por isso havia dificuldades em sistematizar o seu uso pelos professores. Já nos Estados Unidos, desde 1980, com a publicação do documento *Science For All Americans*, o ensino de ciências já era coerente com o método investigativo reconhecendo sua importância no currículo (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011).

As discussões em torno do método investigativo destacam-se a partir da primeira metade do século XX, com foco no desenvolvimento de ações que relaciona os procedimentos conceituais com os processos de investigação na sala de aula. Sasseron (2018) retrata que esse método teve sua semente nas ideias propostas por Dewey (1971) que destacava o papel da experiência nos processos educativos. O ensino investigativo se fundamenta em cinco elementos: o

protagonismo do aluno, a aprendizagem para além dos conceitos, conhecimento de novas culturas, relações das práticas com o cotidiano e aprendizagem para a mudança social (SASSERON, 2018).

Para a prática investigativa, Carvalho (2018) evidencia aspectos considerados essenciais: a importância da liberdade intelectual do aluno que cria condições do discente errar sem medo o que possibilita situações argumentativas e a elaboração do problema que viabiliza condições de resolver e explicar um fenômeno levantando hipóteses e determinando variáveis. Todo esse processo fortalece as ações intelectuais do aluno para construção da linguagem científica, e ainda a relação da aprendizagem com o cotidiano e com outras disciplinas. Carvalho *et al.* (2013) ainda propõem a criação de um ambiente dinâmico nas aulas de ciências em que o professor possa mediar os alunos no processo do trabalho científico. Desta forma, a atividade investigativa deve iniciar-se por um problema que introduz o aluno a pensar em variáveis relevantes do fenômeno científico.

O ensino por investigação, esclarece Sasseron (2015), é uma abordagem didática que tem como eixo estruturador o professor que se concretiza pelas interações aluno, informações e materiais. O professor tem um papel de proponente de problemas, orientador e fomentador de discussões. O aluno passa a ser o protagonista da sua aprendizagem, em que a argumentação e resolução de problema desenvolvem autonomia e com isso a alfabetização científica uma vez que estabelece atitudes de caráter crítico e a congregação dos aspectos da cultura escolar com a cultura científica. O processo interativo e dialógico do ensino investigativo tem como núcleo o aluno-professor e aluno-aluno na construção coletiva do conhecimento científico que rompe com erros frequentes do professor valorizar mais o resultado do que o processo em detrimento da aprendizagem (TRAZZI e BRASIL, 2017).

Para Sasseron (2015) a investigação e a argumentação no ensino de ciências compõem aspectos do fazer científico que leva a alfabetização científica, não apenas como metodologias ou abordagens educativas, mas um modo de empreender a cultura científica na sala de aula. Sendo assim, permite romper a cultura escolar hegemônica com práticas didáticas sem contextualização para uma cultura científica que explora os conhecimentos de ciências e sobre ciências. Podemos chamar esse processo de cultura híbrida: o fazer didático e o fazer

científico, cultura escolar e a cultura científica. A ciência na sala de aula pode ser trabalhada com tarefas heterogêneas que conciliam modelos teóricos e a compreensão de fenômenos com as intervenções e opiniões dos alunos em torno dos processos e resultados provocando uma reformulação coletiva de ideias.

Desse modo, Pitanga e colaboradores (2010) destacam a relevância de atividades investigativas experimentais na sala de aula. Os experimentos assumem papel importante na relação dos conteúdos com a formulação de conceitos, tendo a aprendizagem baseada na proposição de problemas para que os alunos possam formular hipóteses e estratégias de resolução. Nesse processo é importante a relação teórica com a experimental de forma que a reflexão dos alunos não se reduza a operacionalização de instruções, nesse sentido a problematização é um meio de protagonizar o discente. Outro fator fundamental na construção dos conceitos é o trabalho coletivo e as discussões entre aluno-aluno e aluno-professor. Ao saírem da posição de expectadores para construtores as informações serão experimentadas e testadas possibilitando confrontos de resultados. Bassoli *et al.* (2014) aponta a discussão do tema de forma articulada e não linear a partir de problematizações e contextualizações que permitirão conexões, abstrações e flexibilidade de conceitos.

No entanto, Dimov *et al.* (2016) relatam a dificuldade dos alunos na construção dos conceitos, em sua pesquisa constataram generalizações que os alunos fazem ao explicar conceitos e perceberam estão carregados do senso comum e todas as explicações se resumem aquilo que veem ou experimentam. Essas generalizações bloqueiam os detalhes e outras situações que envolvem o conceito que poderão ser esquecidas ao longo da escolarização. Bachelard (2007) definiu essas dificuldades como conflitos e lentidões em aprender algo novo que podem causar estagnação ou regressão no processo de ensino-aprendizagem em que o meio de um indivíduo influencia em diferentes explicações para um mesmo conceito.

No intuito de delimitar um conjunto de atividades investigativas para empregar na pesquisa optou-se pela utilização da sequência didática, um instrumento metodológico com atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para que os objetivos educacionais sejam alcançados (GIORDAN *et al.*, 2011). Desse modo, a sequência didática pode usufruir de várias estratégias como experimentos em

laboratório, jogos, atividades, textos, dinâmicas, fóruns e debates, entre outros. A sequência didática da pesquisa pretende a investigação com a ação dos alunos nas aulas de ciências, por isso, a pesquisa beneficiou das contribuições da pesquisa-ação em uma abordagem qualitativa, definida como um tipo de pesquisa social com base empírica realizada com uma ação ou resolução de problema em que o pesquisador e os participantes estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (THIOLLENT, 1997). A pesquisa-ação, segundo Tripp (2005) pretende uma investigação-ação, termo também utilizado por Amado (2017, p. 192-194), que utiliza a ação para melhorar ou transformar uma prática.

3- METODOLOGIA

Tendo como vertente o ensino por investigação, o presente trabalho consta da elaboração, aplicação e análise de uma sequência didática sobre o tema fotossíntese em uma escola municipal, localizada na periferia do município de Ibirité – Minas Gerais. A referida escola atende crianças e adolescentes do ensino fundamental I e II e a Educação de Jovens e Adultos. As atividades foram realizadas em uma turma de vinte e cinco alunos do sétimo ano do Ensino Fundamental, com idade entre 12 e 15 anos, no período de maio a junho de 2019.

O trabalho de campo teve seu início no 1º semestre de 2019. A turma em que foi aplicada a sequência didática foi selecionado aleatoriamente, foi priorizado aquela que possuía dois horários seguidos, ou seja, horário geminado na disciplina de ciências para facilitar o tempo de desenvolvimento das atividades. Os alunos foram divididos em quatro grupos de cinco a seis alunos, obedecendo à ordem alfabética de nomes do diário, os grupos mantiveram-se fixos no decorrer da pesquisa.

Durante o desenvolvimento das atividades foi colocado a cada grupo problematizações que nortearam a investigação e reflexão da proposta sugerida aos alunos. Os dados que serão apresentados e analisados a seguir foi obtido a partir de uma pesquisa atrelada a uma perspectiva investigativa de ação, em uma abordagem qualitativa, o registro em diário de campo com posterior expansão de notas, os registros em mídia (fotos, áudios e vídeos) e a utilização dos materiais produzidos pelos alunos. Em cada etapa foram analisados os desenhos e relatórios elaborados por cada grupo de alunos e pelas anotações feitas no diário de campo.

A pesquisa tomou como princípio as reações bioquímicas da fotossíntese e a partir desse entendimento a sequência didática empregada objetivou a construção da equação fotossintética pelos os alunos através de atividades experimentais investigativas.

As informações que serão analisadas a seguir correspondem a um pequeno recorte do conjunto total de dados que compõe a sequência didática aplicada. Destaca-se ainda que os sujeitos da pesquisa tiveram suas identidades preservadas, por isso, seus enunciados são retratados por intermédio de alunos 1, aluno 2, etc.

O quadro 1 apresenta as etapas realizadas na sequência didática.

Etapa	Descrição da Aula	Problematização	Instrumento de Coleta	Número de Aulas
1	Aula dialógica sobre as plantas.	A planta é um ser vivo? Como a planta se alimenta? O que é o alimento da planta?	Áudio	1
2	Aula experimental: Sementes de girassol em desenvolvimento.	Algumas sementes germinam assim que encontram as condições ambientais necessárias; já outras sementes, mesmo em condições ambientais favoráveis, não conseguem germinar, sendo por isso considerada dormentes. O que pode ser determinante para uma semente germinar	Relatório-Desenho	2
3	Aula experimental: Observação de reações da planta <i>elodea</i> .	Qual o motivo de adicionarmos o bicarbonato de sódio em um dos recipientes? Os vegetais apresentam diversos pigmentos que dão cores as suas folhas, raízes e flores. O pigmento verde é o mais abundante e tem importância vital para as plantas. A partir dos experimentos realizados e de outros conhecimentos aponte qual seria essa importância do pigmento verde presente na <i>Elodea</i> ?	Relatório-Desenho	2
4	Aula experimental: Reação do iodo nos alimentos.	Qual a importância do armazenamento do amido pelas plantas? Qual substância forma o amido?	Relatório	1
5	Aula Avaliativa	Montagem de figuras para representação esquemática da fotossíntese.	Relatório	2

Quadro 1: Descrição das atividades realizadas na execução da sequência didática.

4- RESULTADO E DISCUSSÃO

A sequência didática desenvolvida na pesquisa foi aplicada por etapas para que os alunos pudessem observar a partir dos experimentos as reações desencadeadas pela fotossíntese nas plantas. Na primeira etapa foi realizada uma aula dialógica sobre as plantas para levantar o conhecimento prévio dos alunos e a partir dessas informações traçarem as estratégias de ação didática do projeto, característica da investigação ação (AMADO, 2017). A partir da transcrição dos áudios, análise do diário de campo pode-se constatar que durante a primeira etapa os alunos demonstravam timidez e certo receio em responder as perguntas e, poucos participaram das discussões. As respostas apresentadas pelos alunos revelaram as interpretações e conceitos construídos sobre a fotossíntese. Durante as discussões comentaram sobre a água, o sol e o oxigênio, mas não citaram o gás carbônico e a glicose. Veja no quadro 2:

Pesquisadora: “Como a planta se alimenta? O que é o alimento da planta?”
Aluno 1: “A planta se alimenta pela raiz dos nutrientes da terra.”
Aluno 2: “A planta se alimenta do sol.”
Aluno 3: “A água é o alimento da planta e entra pela raiz.”
Pesquisadora: “Por que as plantas são importantes para o planeta Terra?”
Aluno 4: “Sem as plantas o planeta ficaria sem oxigênio.”
Aluno 5: “As plantas são importantes para nossa alimentação.”

Quadro 2: Aula dialógica sobre as plantas.

Os alunos disseram alguns componentes importantes da fotossíntese, mas sem relacioná-los, assim podemos inferir que os alunos possuíam informações soltas e desconectadas. Bandeira e Jordão (2011) reuniram na literatura acadêmica concepções sobre a fotossíntese que convergem sobre sua construção conceitual. Nesse processo acontecem erros e variações na interpretação das reações, evidenciando a falta de clareza para os estudantes de quais substâncias são fundamentais para a ocorrência da fotossíntese, ou seja, o papel dos reagentes no mecanismo fotossintético.

Para o encerramento da atividade foi esquematizado um desenho na lousa da sala a partir das informações levantadas pelos alunos sobre a forma de alimentação da planta possibilitando maior reflexão do que foi discutido na sala.

Na segunda etapa iniciaram as atividades investigativas experimentais, nesse momento foram expostos três caixas de sapatos com semente de girassol em desenvolvimento, cada caixa com diferentes obstáculos, sendo duas caixas com abertura para sol e uma sem abertura (Figura 1).

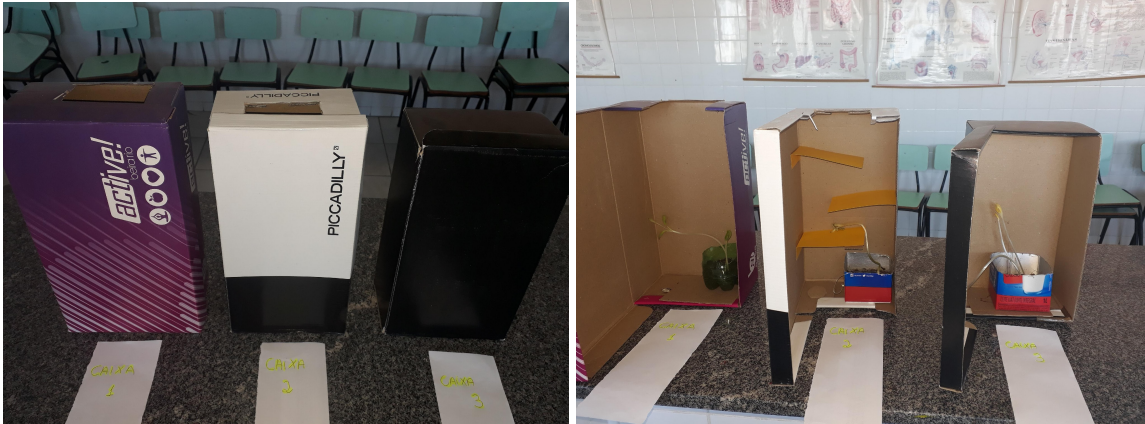


Figura 1: Imagem do experimento - desenvolvimento do girassol.

Após a observação, os alunos foram incitados a uma problematização sobre a germinação da semente que geraram discussões entre os grupos, em seguida, por meio de desenho, relataram os resultados observados como mostra figura 2.

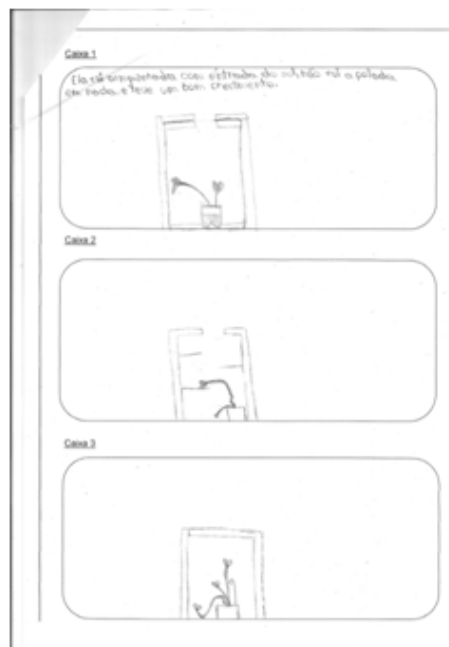


Figura 2: Desenho do grupo 1 - observação do girassol.

As respostas oriundas da problematização foram unânimes, todos os grupos responderam que para a semente germinar era necessário sol, água, terra e nutrientes. O grupo 1 ainda acrescentou o ar como um componente importante. A

observação das estruturas e elementos que envolveram o experimento foi importante para as respostas dos grupos e durante as discussões algumas variáveis foram levantadas, descritas abaixo na fala dos alunos registrados no diário de campo, veja no quadro 3:

Aluno do grupo 3: "...nem toda planta precisa de luz porque na casa da minha avó tem uma planta no quarto dela que não recebe luz do sol".

Pesquisadora: "A caixa 3 do experimento não tem abertura e mesmo assim a semente conseguiu germinar, como isso foi possível?"

Aluno 1: "A luz entrou quando a caixa foi aberta para receber água."

Aluno 2: "A caixa não estava lacrada por isso entrava um pouco de luz nas frestas."

Aluno 3: "A semente germinou sem a presença do sol."

Aluno do grupo 2: "... o girassol d caixa 3 ficou amarelo porque recebeu pouca luz, nas outras caixas o girassol está verdinho porque recebeu mais quantidade de luz."

Quadro 3: Fala dos alunos sobre o desenvolvimento do girassol.

O aluno associou a falta de sol como fator prejudicial ao desenvolvimento da planta comparado as outras caixas. Essa etapa mostra a importância das variáveis e hipóteses levantadas pelos estudantes, e os caminhos que buscaram para resolver um problema: a planta no quarto da avó não precisa de luz? A formulação de respostas para um problema inicial, diz Zômpero e Laburú (2011), favorece discussões para construção dos conceitos científicos pelos alunos. O sol é um componente essencial no desenvolvimento das plantas, mas pode ser absorvida por intensidades diferentes, a luminosidade adentra também locais sombreados, como é o caso de plantas que não podem ficar diretamente expostas ao sol. O fator da luminosidade foi uma questão muito debatida entre os alunos e essa discussão possibilitou o entendimento de como as plantas expostas diretamente ou não ao sol conseguem se desenvolver.

Na terceira etapa os alunos realizaram atividade experimental com a planta aquática *elodea*, que foi exposta a uma luminária artificial e mergulhada em dois recipientes com água, uma acrescida de bicarbonato de sódio e outra não, (Figura 3).

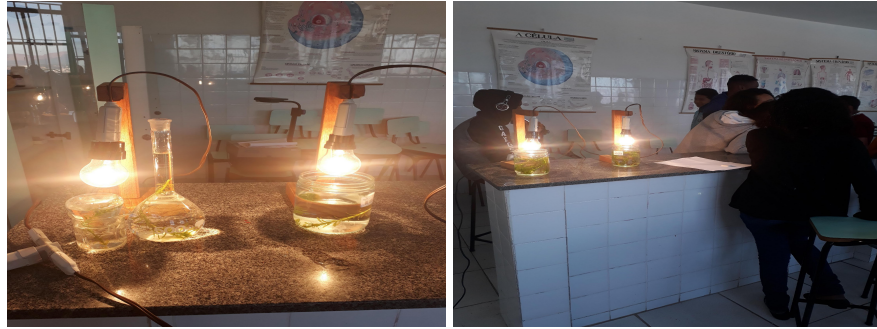


Figura 3: Imagem do experimento da planta *elodea*.

A problematização repassada aos alunos foi o motivo de adicionarmos o bicarbonato de sódio em um dos recipientes e após as observações três grupos responderam no relatório que o bicarbonato faz a planta liberar bolhas e outro grupo não respondeu. Durante as discussões apenas um grupo associou a radiação da luz artificial fazendo o papel do sol, os demais não associaram a luz artificial com a luz solar. Os grupos após as discussões preencheram o relatório e desenharam os aspectos importantes observados do experimento (Figura 4).

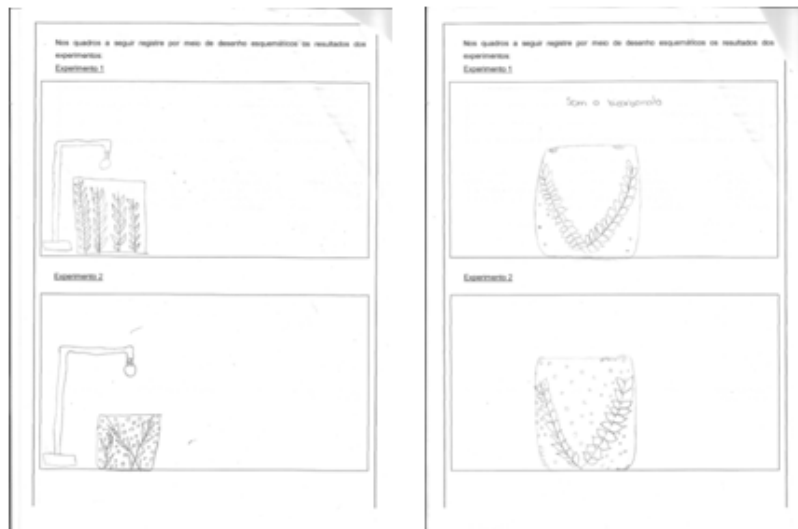


Figura 4: Desenho dos grupos 3 e 4 respectivamente sobre experimento da planta *elodea*.

Quanto à liberação de bolhas pela planta nenhum grupo citou o gás oxigênio. Para provocar maior reflexão, foi lançada a seguinte pergunta, (Quadro 4):

Pesquisadora: “Qual a importância das plantas para o planeta?”

Aluno 1: “As plantas servem de alimento para nós.”

Quadro 4: Fala do aluno sobre a importância das plantas.

Os alunos citaram a importância das plantas na alimentação, mas não comentaram sobre a liberação de oxigênio. Para o fechamento da atividade foi mencionado as substâncias presente no bicarbonato de sódio como importante reagente para provocar a liberação das bolhas.

O entendimento de fotossíntese na sala de aula é muito distante das reações químicas que realmente ocorrem na planta. Na aula dialógica da primeira etapa na fala dos alunos mostram que as plantas se alimentam de água, luz e nutrientes do solo, cada um separadamente. As convergências conceituais sobre a fotossíntese percebidas se fazem presente na grande maioria no ensino tradicional em que se limita a exposição de conteúdos e não explora o conhecimento prévio dos alunos, as ideias e opiniões não são confrontadas com o conhecimento científico restando apenas memorizar conteúdos os reduzindo a resultados simplificados que ignoram as relações e detalhes do processo (BANDEIRA e JORDÃO, 2011). O ensino investigativo, nesse contexto, vem romper essa barreira da aula tradicional valorizando a argumentação e a discussão coletiva e protagonizando o aluno na construção do conhecimento.

Ainda na terceira etapa, os alunos observaram pelo microscópio os cloroplastos presentes na folha da *elodea*, (Figura 5).



Figura 5: Imagem da observação da planta *elodea* no microscópio

Em seguida, foi feita uma discussão acerca da importância do pigmento verde presente na planta. Um grupo respondeu que o pigmento verde era para deixar a cor da planta mais viva e outro que as manchinhas verdes eram células, os demais grupos não responderam. Os cloroplastos são estruturas desconhecidas por esses alunos, por isso, não conseguiram associar a pigmentação da clorofila com a absorção de luz solar na fotossíntese. Os grupos produziram desenhos das estruturas observadas (Figura 6).

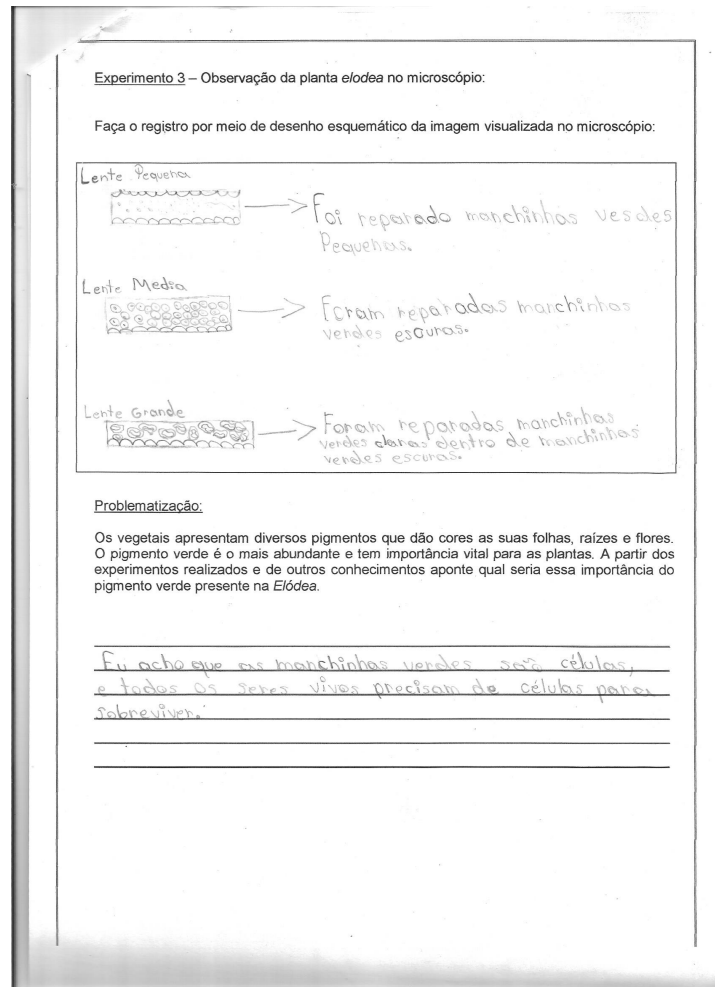


Figura 6: Imagem do desenho produzido pelo grupo 1 da planta *elodea* no microscópio.

Na quarta etapa foram expostos na bancada vários tipos de alimentos: maisena, açúcar, pão, macarrão, arroz, banana, sal, queijo, manteiga e ovo. Em seguida, foi adicionado em cada alimento algumas gotas da solução de iodo (Figura 7).



Figura 7: Imagem da reação do iodo nos alimentos

Os grupos observaram as reações e discutiram sobre os alimentos que mudaram a sua coloração e os relacionaram quanto à origem vegetal e animal. Os alunos argumentaram sobre a importância do armazenamento do amido pelas

plantas, e na análise dos relatórios, dois grupos relataram ser importante para guardar os nutrientes da terra, mas não conseguiram identificar qual substância forma o amido (Figura 8).

UFMG	FaE	CECMIG	CECi
	Faculdade de Educação	Centro de Estudos de Ciências e Matemática	UNIVERSIDADE DE MINAS GERAIS

Grupo:	19
Pesquisadora:	Kênea Fernandes
Data:	05/06 2014

A partir da análise das imagens a seguir e na observação do experimento demonstrativo, responda as questões a seguir:

Disponível em <http://www.objetivojr.com.br/2014/05/raiz-ergao-vegetal-absorve-nutrientes/>

Faça um registro do que foi observado no experimento demonstrativo.

Os alimentos de origem vegetal como batatas, macarrão, pão, arroz, milho e feijão são mais escuros. E os outros alimentos ficaram mais claros.

Explique qual a importância do armazenamento do amido pelas plantas.

Absorver os nutrientes da terra para a planta.

Indique a substância que forma o amido.

Na minha opinião o amido é a água que a planta contém.

Figura 8: Relatório do grupo 1 sobre o amido.

O entendimento sobre o amido nas plantas é algo novo para esses alunos, por isso os demais grupos não conseguiram responder as problematizações dessa etapa. Durante as discussões e analisando as respostas dos relatórios não foi citada a molécula de glicose tão presente nos diálogos da saúde e da alimentação, diante disso podemos inferir que se os produtos dessa reação não são conhecidos e identificados pelos alunos, o entendimento das reações que envolvem a fotossíntese ficará desagregado.

Na quinta e última etapa foi realizado a avaliação dos alunos com averiguação do que consolidaram durante os experimentos e atividades propostas. Cada grupo recebeu imagens e palavras chaves, (Figura 9), com o objetivo de

fornecer informações de reagentes e produtos para os grupos montarem a representação esquemática da fotossíntese.

Grupo:	1º
Pesquisadora:	Kénea Fernandes
Data:	12/06/19

AVALIAÇÃO

A fotossíntese é um processo realizado pela planta para produzir o seu próprio alimento, por isso dizemos que as plantas são autótrofas (auto = próprio e trophos = alimento). Para realizar a fotossíntese as plantas precisam de algumas substâncias importantes para que ocorra uma reação química e assim produza os produtos da fotossíntese.

Agora é sua vez de mostrar que durante os experimentos realizados você compreendeu as etapas e reações da fotossíntese. Faça uma representação esquemática do processo da fotossíntese com as gravuras fornecidas. Utilize setas para representar entrada ou saída de substâncias:

De forma simplificada e científica faça a representação da equação química da fotossíntese:

ÁGUA	LUZ	OXIGÊNIO	→	GLICOSE	ÁGUA	GÁS CARBÔNICO
------	-----	----------	---	---------	------	---------------

Grupo:	2º
Pesquisadora:	Kénea Fernandes
Data:	12/06/19

AVALIAÇÃO

A fotossíntese é um processo realizado pela planta para produzir o seu próprio alimento, por isso dizemos que as plantas são autótrofas (auto = próprio e trophos = alimento). Para realizar a fotossíntese as plantas precisam de algumas substâncias importantes para que ocorra uma reação química e assim produza os produtos da fotossíntese.

Agora é sua vez de mostrar que durante os experimentos realizados você compreendeu as etapas e reações da fotossíntese. Faça uma representação esquemática do processo da fotossíntese com as gravuras fornecidas. Utilize setas para representar entrada ou saída de substâncias:

De forma simplificada e científica faça a representação da equação química da fotossíntese:

GÁS CARBÔNICO	ÁGUA	LUZ	→	OXIGÊNIO	ÁGUA
GLICOSE					

Figura 9: Representação esquemática da fotossíntese pelos grupos 1 e 2, respectivamente.

Zômpero e Laburú (2016) consideram relevante a utilização de multimodos de representações no ensino dos conteúdos que envolvem a fotossíntese e a realização de atividades investigativas, possibilitando assim, uma melhor reflexão sobre o tema envolvido. Nesse caminho são necessários cinco processos cognitivos: seleção de palavras; organização de palavras; seleção de imagens; organização das imagens; e integração entre palavras e imagens, ou seja, integração entre os modos representacionais: imagens e palavras para a elaboração de significados pelos alunos. Após fazerem o reconhecimento das imagens e palavras surgiram as seguintes dúvidas, (Quadro 5):

<p>Aluno 1: “Por que tem duas imagens da molécula de água?”</p> <p>Aluno 2: “Por que a glicose da diabetes está aqui no meio?”</p> <p>Aluno 3: “O que é O₂ e CO₂?”</p>
--

Quadro 5: Perguntas dos alunos sobre as imagens e palavras da atividade.

Em função das dúvidas que surgiram, foi necessário trabalhar o entendimento sobre o gás carbônico, o gás oxigênio e a molécula de glicose com modelos didáticos feitos de bolinha de isopor mostrando a representação química dessas substâncias. Nessa etapa houve um embate dos alunos, já que as imagens divergiam do conhecimento que tinham sobre as plantas, eles ficaram confusos com algumas imagens fornecidas: a glicose e o CO₂. Nesse momento foi importante fazê-los relembrar dos experimentos, do desenvolvimento do girassol na caixa de sapato, das bolhas que saiam da planta aquática após acrescentar bicarbonato de sódio, da coloração mais forte dos alimentos de origem vegetal com o iodo. Desse modo foi preciso lançar outras problematizações durante a atividade, (Quadro 6).

“Por que a grama pela manhã fica molhada mesmo sem ter ocorrido chuva?”
 “Por que uma pessoa durante uma dieta para emagrecer precisa diminuir ou cortar alimentos com amido?”
 “O que tinha na composição do bicarbonato de sódio que acelerou a reação de bolhas na planta?”
 “O que uma planta precisa para se desenvolver?”

Quadro 6: Fala da pesquisadora para os alunos.

Depois das discussões, os alunos retomaram a montagem das figuras e finalizaram a representação esquemática da fotossíntese da seguinte forma:

Grupo	Reagentes			Produtos		
	Luz	Água	CO ₂	Glicose	Água	O ₂
1	X	X		X	X	
2	X	X			X	X
3	X	X	X	X	X	X
4	X	X	X	X	X	X

Quadro 7: Informações dos grupos sobre a equação da fotossíntese – as opções marcadas com X estavam presentes na equação.

A luz e a água, como mostra o quadro 7, foram elementos unânimes de acertos, todos os grupos colocaram a planta absorvendo a radiação solar e água e liberando água. No entanto, a água gerou um grande embate no início, no primeiro momento todos colocaram a água sendo somente absorvida pela planta, mas a problematização sobre a grama molhada colaborou para o entendimento de que a planta além de absorver ela também libera água.

Os gases da fotossíntese foi uma parte problemática da atividade, os alunos não sabiam da participação do gás carbônico na planta, foi preciso retomar o experimento da *elodea* e a composição do bicarbonato de sódio incitando a reflexão dos alunos sobre qual componente presente no bicarbonato contribuiu para a liberação das bolhas na planta. Ao final dois grupos conseguiram representar corretamente a dinâmica de absorção e liberação desses gases.

E por último, a glicose, elemento que só foi percebido pelos alunos na última atividade com as imagens fornecidas. A palavra glicose tinha um contexto diferente para os estudantes, era ligada a doença diabetes e não as plantas, esse foi o motivo da desorientação dos grupos. A problematização sobre a glicose ficou muito vaga sobre sua funcionalidade na planta, mas o objetivo era fazer o aluno relacionar o amido a glicose. Três grupos conseguiram identificar a glicose como produto da fotossíntese, no entanto esse processo não ficou muito claro e ainda precisa ser trabalhado melhor na sala de aula.

Ao término da última etapa foi colocado na lousa a equação da fotossíntese com seus reagentes e produtos, com intuito de discutir as construções feitas pelos alunos durante o projeto com as práticas, retomando erros e acertos para maior reflexão do percurso da pesquisa.

Fazendo uma análise geral, a partir do diário de campo, do desenvolvimento dos grupos na pesquisa, o grupo 1 foi o mais atuante e empenhado nas atividades propostas, preencheu todos os relatórios e participou efetivamente de todas as práticas, o grupo 2 desempenhou bem as atividades, mas as meninas atuavam mais que os meninos, o grupo 3 mostrou-se desinteressado em participar e preencher os relatórios, por fim o grupo 4 apresentou-se um grupo reflexivo e argumentativo, entretanto desanimados no preenchimento dos relatórios.

Alguns aspectos singulares da pesquisa devem ser ressaltados: o índice grande de faltas durante as atividades, alguns alunos não estiveram presentes em todas as dinâmicas já que foram em dias alternados, alunos desinteressados nas atividades propostas e, portanto sem participação efetiva e dois alunos com dificuldades cognitivas de leitura e escrita que não se manifestaram durante as argumentações na sala. As discussões ocorreram em todas as etapas, mas o envolvimento não foi geral, havia alunos dispersos com celular e outros sem

interesse. Por se tratar de uma escola com alunos carentes e com risco social, situações adversas como má alimentação ou noite de sono inadequada podem ter afetado o estímulo desses alunos na atuação da pesquisa. No entanto, reconhecemos que esses alunos não estão habituados com o formato de aula investigativa e que o professor regente pode não ter a formação necessária para aplicar esse método. Trabalhar o ensino por investigação depende de uma formação na abordagem do professor para a construção de habilidades dos alunos na sala de aula, para isso o docente precisa enfrentar dificuldades e dilemas que cercam o seu cotidiano.

Os alunos que se envolveram na pesquisa evidenciaram uma mudança comportamental e dialógica, pois a cada encontro era notório o acréscimo de novos termos e palavras com explicações mais elaboradas e a satisfação de reconhecer novos entendimentos da ciência. Nesse momento é importante destacar a construção de opiniões e críticas pelos alunos porque são atitudes que vem de encontro com a alfabetização científica tendo o ensino por investigação como empreendedor (TRIVELATO e TONIDANDEL, 2015).

A palavra fotossíntese que não tinha sido mencionada anteriormente nas atividades, agora era reconhecida e aplicada no discurso dos alunos.

Tomando a fala de um aluno: “A planta no quarto da minha avó faz fotossíntese!”

Ainda que timidamente, o aluno construiu uma fala científica, o que antes era apenas uma planta que não precisava do sol, agora é uma planta que faz fotossíntese. Percebemos na fala do aluno uma mudança conceitual e a produção da alfabetização científica, habilidades que se tornam importantes no processo de aprendizagem no ensino de ciências.

5- CONCLUSÃO

A pesquisa mostrou os desafios da implementação e o desenvolvimento do ensino investigativo nas aulas de ciências no ensino básico, principalmente em áreas de vulnerabilidade social. O sistema educacional que temos hoje propõe uma formação fragmentada e restritiva de várias habilidades dos estudantes e isso ficou evidenciado nas problematizações em que alguns alunos não conseguiam resolver e

deixavam em branco ou nos momentos que diziam estar cansados de pensar e desinteressavam da atividade. Pode-se inferir que não foi desenvolvido nesses alunos habilidades de questionar, argumentar, discutir. Tais alunos estão acostumados a receber informações prontas do professor e fazer atividades do livro. Essas limitações dificultam o aluno a sair do papel passivo para ser parte ativa da sua aprendizagem.

Ainda sim, trabalhar com o ensino investigativo requer uma formação inicial e continuada dos professores para que possam adaptar e reorganizar atividades para seus alunos de acordo com sua realidade. E o que observamos são falhas nessa formação que leva para sala de aula o professor despreparado para a adoção de novas metodologias. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) aponta para esta necessidade urgente e constante: a formação dos professores com a criação e disponibilização de materiais de orientação.

Escola, professor e aluno no ensino por investigação, é possível? Inicialmente podemos apontar dois pontos substanciais nessa empreitada: investimentos na formação inicial e continuada dos professores e a implementação do ensino investigativo na etapa inicial da educação, no ensino infantil e o fundamental I, para que ao longo desse período esses alunos possam adquirir habilidades tão importantes para a construção de uma aprendizagem significativa.

Contudo, esperamos que as dificuldades na aprendizagem sejam superados com a utilização de diferentes abordagens e métodos, nesse caso o ensino investigativo. Trabalhar com atividades experimentais investigativas em que apresentam um problema para ser resolvido evidenciou o protagonismo do aluno na construção de conceitos e desenvolvimento de habilidades para a alfabetização científica.

As atividades realizadas pelos alunos revelaram a importância da observação, da argumentação, do levantamento de hipóteses e das discussões na construção de opiniões dos fatos que envolvem a realidade cotidiana. Destacou também o papel do erro no ensino investigativo, característica importante em que as variáveis provocam questionamentos e a autonomia dos alunos na solução do problema.

Os estudantes a cada etapa adquiriram informações importantes para a construção da equação da fotossíntese, reconhecendo os processos bioquímicos e

evidenciando os reagentes e produtos fundamentais dessa reação. Nesse processo as atividades experimentais colaboraram para o entendimento real e concreto sem demandar abstrações do conteúdo e o ensino investigativo tornou os alunos ferramentas ativas no desenvolvimento das práticas tendo o professor como eixo estruturante dessa ação.

A fotossíntese foi apenas um tema entre milhares de outros que apresentam desafios para serem alcançados no processo de ensino aprendizagem, no entanto cabe ao professor escolher a melhor abordagem que será transformadora no avanço do conhecimento.

REFERÊNCIAS

AMADO, João (org.). **Manual de investigação qualitativa em Educação** (3ª Ed). Coimbra: Imprensa Universidade de Coimbra, 2017.

ALMEIDA, Rosiléia Oliveira de. Noção de fotossíntese: obstáculos epistemológicos na construção do conceito científico atual e implicações para a educação em ciência. **Candombá-Revista Virtual**, v. 1, n. 1, p. 16-32, 2005.

BANDEIRA, C. M. S.; JORDÃO, R. S. A fotossíntese: estudo das concepções alternativas. **Trabalho de conclusão de curso [Graduação de Licenciatura em Ciências Biológicas]-Universidade Presbiteriana Mackenzie**. São Paulo, 2011.

BASSOLI, Fernanda; RIBEIRO, Fabiana; GEVEGY, Rafaella. Atividades práticas investigativas no ensino de ciências: trabalhando a fotossíntese. **Ciência em Tela**. Volume 7, n. 1, 2014.

CACHAPUZ, António et al. A necessária renovação do ensino das ciências. São Paulo, **Editores Cortez**, 2005, Páginas 19-35.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de et al. Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. **São Paulo: Cengage Learning**, p. 1-20, 2013.

CASTRO, Rafael Gil; MOTOKANE, Marcelo Tadeu. A alfabetização científica e o ensino por investigação como pressupostos teórico-metodológicos para a elaboração de uma sequência didática investigativa sobre biodiversidade. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC Universidade Federal de Santa Catarina**, 2017

CARVALHO, Anna Maria Pessoa. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 765-794, 2018.

CLEOPHAS, Maria das Graças. Ensino por investigação: concepções dos alunos de licenciatura em Ciências da Natureza acerca da importância de atividades investigativas em espaços não formais. **Revista Linhas. Florianópolis**, v. 17, n. 34, p. 266-298, maio/ago. 2016.

DELIZOICOV, Demétrio; LORENZETTI, Leonir. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio Pesquisa em educação em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 37-50, 2001.

DIMOV, Luiz Fabio; PECHLIYE, Magda Medhat; DE JESUS, Rosangela Castro. Caracterização ontológica do conceito de fotossíntese e obstáculos epistemológicos e ontológicos relacionados com o ensino deste conceito. **Investigações em ensino de ciências**, v. 19, n. 1, p. 7-28, 2016.

GIORDAN, Marcelo; GUIMARÃES, Yara AF; MASSI, Luciana. Uma análise das abordagens investigativas de trabalhos sobre sequências didáticas: tendências no ensino de ciências. **ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISAS EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**, v. 8, 2011.

LEONOR, Patrícia Bastos; LEITE, Sidnei Quezada Meireles; AMADO, Manuella Villar. Ensino por investigação no primeiro ano do ensino fundamental: análise pedagógica dos três momentos pedagógicos de ciências para alfabetização científica de crianças. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências-ENPEC**, v. 9, 2013.

LIMA, M.E.C.C.; DAVID, M.A.; MAGALHÃES, W.F. Ensinar Ciências por Investigação: Um desafio para os formadores. **Química Nova na Escola**, n. 29, p. 24 – 29, 2008.

MUNFORD, Danusa; LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo?. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 9, n. 1, p. 89-111, 2007.

PITANGA, Ângelo Francklin; SANTOS, Lenalda Dias; MELO, Wendel Augusto L. de Jesus. A fotossíntese como tema de atividade investigativa para o ensino de ciências em turmas de 3º ano do ensino fundamental. **XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ)** – Brasília, DF, Brasil – 21 a 24 de julho de 2010.

SANTOS, Verônica Gomes; GALEMBECK, Eduardo. Aprendizagem Criativa e Significativa como estratégias para trabalhar ciências com as crianças: investigar, criar, programar. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC Universidade Federal de Santa Catarina**, 2017.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa. ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SASSERON, Lúcia Helena. 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, Lúcia Helena. Ensino de ciências por investigação e o desenvolvimento de práticas: uma mirada para a base nacional comum curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 1061-1085, 2018.

SOUZA, Suzani Cassiani de; ALMEIDA, Maria José Pereira Monteiro de. A fotossíntese no ensino fundamental: compreendendo as interpretações dos alunos. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 8, n. 1, p. 97-111, 2002.

SOUZA, Mariana Cristina Moreira; SILVA, Fábio Augusto Rodrigues. Uma análise dos enunciados das questões sobre fotossíntese e respiração celular de um livro

didático do 6º ano do ensino fundamental. **Revista SBEnbio** (Associação Brasileira de Ensino de Biologia), n.7, Outubro de 2014.

TRAZZI, Patricia Silveira da Silva; BRASIL, Elizabeth Detone Faustini. Ensino por investigação: análise de uma atividade experimental em sala de aula de Biologia. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC Universidade Federal de Santa Catarina**, 2017.

TRIVELATO, Sílvia L. Frateschi; TONIDANDEL, Sandra M. Rudella. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, p. 97-114, 2015.

ZOMPERO, Andreia Freitas; LABURU, Carlos Eduardo. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 3, p. 67, 2011.

ZOMPERO, Andréia de Freitas; LABURU, Carlos Eduardo. Significados de fotossíntese apropriados por alunos do ensino fundamental a partir de uma atividade investigativa mediada por multimodos de representação. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 2, p. 179-199, 2016.