

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Faculdade de Educação

Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais (CECIMIG)

Especialização em Educação em Ciências

Lucimeire Cordeiro de Sena Guimarães

**INVESTIGANDO A FOTOSÍNTESE: análise de uma proposta de ensino por
investigação para estudantes do 7º ano.**

Belo Horizonte

Novembro 2019

Lucimeire Cordeiro de Sena Guimarães

**INVESTIGANDO A FOTOSSÍNTESE: análise de uma proposta de ensino por
investigação para estudantes do 7º ano.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no curso de Especialização em Educação em Ciências do Centro de Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista.

Área de concentração: Ensino de Ciências.

Orientador: Márcio Antônio da Silva

Belo Horizonte
Novembro 2019

G963i
TCC Guimarães, Lucimeire Cordeiro de Sena, 1970-
Investigando a fotossíntese [manuscrito] : análise de uma
proposta de ensino por investigação para estudantes do 7º ano /
Lucimeire Cordeiro de Sena Guimarães. - Belo Horizonte, 2019.
26 f. : enc, il.

Monografia -- (Especialização) - Universidade Federal de Minas
Gerais, Faculdade de Educação.

Orientador: Márcio Antônio da Silva.

Bibliografia: f. Inclui Bibliografia.

1. Educação. 2. Ciências (Ensino fundamental) -- Estudo e
ensino. 3. Ciências (Ensino fundamental) -- Métodos experimentais.
4. Fotossíntese -- Estudo e ensino. 5. Fotobiologia -- Estudo e ensino.
I. Título. II. Silva, Márcio Antônio da. III. Universidade Federal de
Minas Gerais, Faculdade de Educação.

CDD- 370.19342

Catálogo da Fonte : Biblioteca da FaE/UFMG (Setor de referência)

Bibliotecário: Ivanir Fernandes Leandro CRB: MG-002576/O

Dados de Identificação:

ALUNO: LUCIMEIRE CORDEIRO DE SENA GUIMARÃES

TÍTULO DO TRABALHO: *Investigando a fotossíntese: Análise de uma proposta de ensino por investigação para*

Banca Examinadora:

estudantes do 7º ano.

Professor Orientador: Marcio Antonio Da Silva

Professor Examinador: Glenda Rodrigues Da Silva

Parecer:

Aos *30* dias do mês de *novembro* de *2019*, reuniram-se na sala *501* do CECIMIG, o professor orientador e o examinador, acima descritos, para avaliação do trabalho final do(a) aluno(a) *Lucimeire Cordeiro de Sena Guimarães*. 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:

Márcio *Glenda*

NOTA: *94*

Obs: no caso da banca indicar reformulações, o orientador deverá encaminhar ao colegiado, ao final do prazo estipulado, carta informando se as modificações foram feitas conforme recomendado pela banca examinadora. O colegiado, então, submeterá o parecer a aprovação.

Resumo

Este trabalho foi desenvolvido por meio de um projeto de intervenção com estudantes do 7º ano do ensino fundamental em uma escola pública no município de Contagem, Minas Gerais. Utilizamos a pesquisa qualitativa como metodologia para verificar quais são as contribuições do ensino por investigação para o ensino da fotossíntese. O desenvolvimento deu-se por meio da execução de uma atividade experimental investigativa na qual os estudantes tiveram que descobrir em que partes das plantas ocorrem esse processo. A ideia surgiu da observação das aulas experimentais realizadas no laboratório de ciências que eram tradicionais, fundamentadas em roteiros prontos e não estimulavam o aprendizado. Os alunos se envolveram para resolver um problema inicial por meio da elaboração de hipóteses, observação de evidências, análise crítica, sistematização de resultados e conclusões. Os resultados revelaram que o ensino por investigação é um recurso que contribui de maneira significativa para o entendimento da fotossíntese.

Palavras-chave: Investigação. Fotossíntese. Atividade experimental. Ensino fundamental.

Abstract

This work was developed through an intervention project with 7th grade students in a public school in the city of Contagem, Minas Gerais. We use qualitative research as a methodology to verify the contributions of teaching by research to the teaching of photosynthesis. The development took place through the execution of an investigative experimental activity in which students had to find out in which parts of the plants this process occurs. The idea came from observing the experimental classes held in the science lab that were traditional, based on ready-made scripts and did not stimulate learning. Students were involved in solving an initial problem through hypothesis making, observation of evidence, critical analysis, systematization of results and conclusions. The results revealed that research teaching is a resource that contributes significantly to the understanding of photosynthesis.

Keywords: Research. Photosynthesis. Experimental Activity. Elementary School.

Sumário

1. Introdução	7
2.Referenciais teóricos	10
3. Metodologia	13
4. Resultados e discussão	15
5. Considerações finais	23
6. Referências Bibliográficas	24

1. Introdução

A fotossíntese é um processo bioquímico essencial para a manutenção da vida na Terra. As plantas e outros seres autotróficos realizam esta atividade e fabricam o seu próprio alimento. Além disso, os vegetais servem como base para todas as outras cadeias alimentares do planeta e produzem o oxigênio necessário na respiração celular. Para que ocorra fotossíntese é necessário gás carbônico, água e luz solar. Segundo Lopes e Rosso (2010), a luz solar só pode ser utilizada na fotossíntese com a presença de clorofila, que é um pigmento verde capaz de captar a energia luminosa. Nos vegetais superiores, a clorofila é encontrada em grandes quantidades, principalmente, nas células das folhas. A compreensão do tema fotossíntese é importante para o estudo da biologia já que se trata de um conteúdo relacionado com vários outros além da manutenção da vida. Este assunto está incluído nos Parâmetros Curriculares de Contagem/MG para o 7º ano do Ensino Fundamental.

Ao longo de 23 anos de minha atuação como professora de ciências do ensino fundamental percebi certas dificuldades no ensino da fotossíntese. Isso parece se relacionar com metodologias que não despertam o interesse dos estudantes e refletem em dificuldades que eles apresentam para compreender esse tema. Para muitos alunos, estudar esse processo apenas por meio de textos do livro didático e de atividades escritas pode ser muito subjetivo e deixar dúvidas. Por meio de observações das aulas, por exemplo, verificamos que eles não associam a cor verde das folhas com a presença de clorofila e com a realização da fotossíntese.

O ensino desse tema vem deixando algumas lacunas no processo de ensino aprendizagem, principalmente pela falta de utilização de recursos didáticos mais atraentes e que despertem o interesse dos alunos pela disciplina. (NEUMANN, 2013, p.02).

Ao refletirmos sobre as aulas práticas experimentais realizadas no laboratório de Ciências da escola onde leciono em Contagem, observamos que elas eram executadas de forma tradicional e sem uma participação ativa dos estudantes. Os roteiros dessas aulas eram muito estruturados e continham etapas pré-determinadas com questões que cobravam respostas já esperadas, como se fosse uma receita de bolo. Percebemos que essas atividades, geralmente, não estimulavam a curiosidade e interesse dos alunos na construção do conhecimento de conteúdos de Ciências que

são vistos como difíceis pelos jovens. Essas atividades experimentais eram retiradas do livro didático e ocorriam uma vez por semana, não apresentando um alinhamento com o conteúdo dado em sala de aula, o que dificultava o entendimento dos experimentos. A partir daí, compreendemos que essa proposta de aula não incentivava o lado curioso dos estudantes sendo uma mera reprodução das atividades retiradas do livro ou da internet.

Diante dessa realidade, fizemos uma intervenção com uma turma do 7º ano do ensino fundamental que tinha, em 2018, 20 estudantes com aproximadamente 12 anos de idade. A ideia desse projeto surgiu durante uma aula teórica sobre a fotossíntese. Observamos que eles se preocupavam mais em decorar o que entra e o que sai neste processo químico, do que realmente compreender suas particularidades. Notamos que esses aspectos causavam uma menor curiosidade nos alunos por este conteúdo e o desestímulo refletiu nas notas baixas obtidas por eles numa primeira prova sobre o assunto.

Nessa tentativa de aperfeiçoar o estudo da fotossíntese, preparamos uma atividade experimental na qual os alunos teriam que investigar em que partes da planta ela ocorre. O problema que foi alvo da investigação se referia à observação da presença da clorofila nas partes da planta e sua relação com a ocorrência da fotossíntese. *“Nesse sentido, a experimentação é pensada como uma investigação dos alunos para a solução de um problema novo a eles.”* (CARVALHO, 2018, p.103).

Nesse projeto de intervenção procuramos verificar as contribuições do ensino por investigação para o entendimento do tema fotossíntese. Para isso, atuei como uma pesquisadora participante, observando e interagindo ativamente no desenvolvimento, com o objetivo de realizar com os meus alunos uma atividade experimental investigativa e observar a repercussão no interesse e na formação do conhecimento sobre a fotossíntese. Quando o realizamos, pensamos que abordar a investigação sobre fotossíntese por meio de aulas experimentais poderia funcionar como um recurso didático para a construção do conhecimento.

O que distingue uma atividade investigativa das outras é um conjunto de características e circunstâncias que contribuem para que o aluno inicie uma atividade dotada de motivações, inquietações e demandas que vão acabar por conduzi-lo a construção de novos saberes, valores e atitudes.” (SÁ e MAUÉS, 2019, p.04).

Este trabalho se apresenta organizado em capítulos. A partir da introdução salientamos os objetivos da proposta e as principais motivações para sua realização. No capítulo 1 apresentamos os referenciais teóricos que foram relevantes para a realização da proposta como o ensino por investigação, o tipo de pesquisa e a avaliação formativa. No capítulo 2 apresentamos a metodologia da pesquisa qualitativa e, também, da atividade experimental desenvolvida com os alunos. No capítulo 3 descrevemos os resultados obtidos e realizamos discussões sobre cada um procurando refletir as situações de ensino a partir da perspectiva do ensino de ciências por investigação. No capítulo 4 fizemos as considerações finais do trabalho referendadas a partir das discussões dos resultados.

2. Referenciais teóricos

Mesmo diante do aumento das discussões a respeito da preservação dos ecossistemas percebida, em minhas aulas, a necessidade de atualização para a adoção de metodologias que estimulem o aprendizado de temas relevantes para este aspecto, como a compreensão da fotossíntese. Uma base teórica sobre o entendimento do sistema fotossintético pode ser obtida em Lopes e Rosso (2010). Segundo eles, este processo está em primeiro plano para a manutenção da vida na Terra. Entretanto, mesmo diante da sua importância esse conteúdo é desenvolvido apenas por meio de aulas teóricas e, quando possível, de atividades experimentais muito estruturadas.

Por outro lado, diversas pesquisas acadêmicas apontadas no quadro a seguir mostram os benefícios de se aplicar o ensino por investigação em atividades experimentais que contribuem para o ensino da fotossíntese.

Quadro 1- Resumo dos principais autores consultados nessa pesquisa.

Trabalhos Acadêmicos	Autores
Fotossíntese: uma proposta de aula investigativa.	Ferreira; Gomes; Gonçalves; Soares; Zago (2007).
Uma sequência didática investigativa sobre fotossíntese: um relato de experiência de um trabalho com alunos do ensino fundamental.	Menezes (2014).
A importância de aulas didáticas no ensino de Botânica.	Santos; Almeida; Júnior; Ujikawa; Almeida (2017)
Atividades práticas investigativas no ensino de ciências: trabalhando a fotossíntese.	Bassoli; Ribeiro; Geveg (2014).
Fotossíntese e o ensino de biologia por investigação: uma experiência com alunos do ensino médio	Amaral; Figueiredo; Oliveira (2011).
O estudo da fotossíntese mais próximo da realidade do aluno.	Neumann; Lewandoski (2013).
A construção conceitual sobre fotossíntese mediante a utilização de uma prática investigativa no ensino fundamental.	Lima (2011).

Fonte: elaborado pelos autores.

Ademais, consideramos importante a pesquisa de Anna Maria Pessoa de Carvalho e colaboradores (2018). Esses autores propõem a criação de investigações de forma a inserir os estudantes em processos simples para que sejam alfabetizados cientificamente. Com este objetivo, eles sugerem a utilização de sequências de ensino

investigativas que iniciem com um problema que, em determinados contextos, pode ser resolvido por meio de uma atividade experimental.

No dicionário, a palavra “investigação” aparece como sinônimo de pesquisa, de busca. Neste momento podemos começar a pensar no que seja a investigação científica.

Esta sim é uma pesquisa, uma busca, mas, como muitas das experiências que temos em nossa vida, o mais importante da investigação não é seu fim, mas o caminho trilhado. (CARVALHO, 2018, p.42).

Outra fonte de pesquisa consultada sobre as questões que envolvem a atividade experimental investigativa foram os textos dos autores Sá e Maués (2019). Para eles, uma das finalidades de uma atividade experimental investigativa é aumentar a compreensão sobre fenômenos da natureza. Os estudantes podem participar da interpretação de um problema transformando-o em questões suscetíveis à investigação. De acordo com estes pesquisadores é possível fazer uma investigação semiestruturada na qual o professor apresenta o problema e auxilia os estudantes a realizar os procedimentos. Dessa forma, os alunos devem analisar os dados obtidos e produzir as conclusões sem intervenção constante do professor. Com base nessa possibilidade e na observação da falta de experiência dos estudantes com este tipo de aula, optamos por trabalhar uma investigação semiestruturada nessa atividade experimental.

Somando-se a isto, foi primordial para a realização do projeto compreendermos a pesquisa qualitativa por meio das reflexões de Godoy (1995). Durante o desenvolvimento da intervenção tive a oportunidade de atuar como uma pesquisadora participante, fazendo uma investigação qualitativa do processo e coletando informações que podiam aprimorar o ensino da fotossíntese. De acordo com este pesquisador, neste tipo de pesquisa pode-se compreender melhor um fenômeno no contexto em que ele ocorre, o que nesse caso se refere às aulas no laboratório de ciências. Para ele, o investigador vai a campo buscando captar o fenômeno em estudo a partir da perspectiva das pessoas nele envolvidas. Além disso, é possível analisar documentos como os roteiros feitos pelos alunos e as fotografias da investigação e estudar o caso através da técnica de observação.

Para finalizar buscamos a orientação para a avaliação do processo investigativo na proposta de Grego (2019). Numa avaliação formativa as informações registradas devem orientar o processo de decisão do professor e dos alunos sobre os próximos passos necessários à superação das dificuldades e ao aprofundamento dos estudos.

Nesta perspectiva, procuramos observar o desenvolvimento dos alunos, averiguando a compreensão da atividade e a capacidade para propor hipóteses, realizar procedimentos, analisar os dados obtidos à luz da teoria e tirar conclusões. Assim, a cada momento, durante o processo de investigação, novas questões foram sendo elaboradas e aprimoramentos foram surgindo. Realizamos, também, uma avaliação somativa com objetivo de compreender a contribuição da atividade experimental investigativa para melhoria do desempenho dos estudantes nesse tipo de avaliação. De acordo com Luckesi (1999) a avaliação como instrumento de classificação não serve para a transformação social do educando. Daí a importância da avaliação formativa com função diagnóstica, visando o desenvolvimento da capacidade de estudar, pensar, refletir e dirigir as ações com adequação.

3. Metodologia

A intervenção foi desenvolvida no laboratório de ciências, onde as mesas foram adequadas para o trabalho em 4 grupos de 5 alunos. Foram utilizadas duas aulas de uma hora com espaço de três dias entre elas. Antes dessas aulas foi trabalhada, em sala de aula, a leitura de um texto explicando o processo da fotossíntese e algumas atividades escritas sobre ele. Atuei como uma observadora participante, procurando anotar todas as atitudes e falas relevantes. Coube a mim identificar um problema de acordo com as observações realizadas em sala de aula, distribuir os materiais de laboratório necessários, explicar como seria a montagem do experimento e instigar os estudantes diante dos questionamentos surgidos durante toda aula.

Na primeira aula, fiz a pergunta aos estudantes: *“Em que partes da planta ocorre a fotossíntese?”*. Após a formulação de hipóteses, relembrei com eles o que é necessário para que ocorra fotossíntese e, particularmente, o que é a clorofila, qual a sua cor e função. Depois, pedi para que eles coletassem na escola as partes das plantas citadas como respostas. Em seguida, cada grupo triturou uma das partes em um almofariz de porcelana junto com duas tampinhas de álcool. Logo após, eles transferiram o suco obtido para um tubo de ensaio onde foi inserida uma tira de papel de filtro por 20 minutos. Os resultados obtidos foram documentados em um roteiro em que os alunos colaram as tiras de papel de filtro utilizadas na cromatografia e foram analisados por meio de discussões em grupos e registros escritos no roteiro. No final, cada grupo fez uma exposição coletiva das suas conclusões sobre o trabalho e eu recolhi o roteiro para análise posterior. Duas estudantes, sugeriram o procedimento da segunda aula que avaliei como pertinente para complementar a investigação.

Na segunda aula, relembramos o experimento e elaborei uma tabela em que os estudantes sintetizaram suas conclusões. Além disso, solicitei que eles observassem no microscópio óptico lâminas “in vitro” de folhas de ervilha, pinheiro, algodão e cacto, da película da cebola e de uma alga. Na semana seguinte, apliquei uma segunda avaliação escrita sobre o tema fotossíntese.

O quadro a seguir apresenta as etapas da metodologia desenvolvidas com os alunos.

Quadro 2- Etapas desenvolvidas com os estudantes.

Atividade	Metodologia
1	Leitura de texto sobre a fotossíntese e realização de atividades escritas em sala de aula.
2	Primeira investigação no laboratório: em que partes da planta ocorre a fotossíntese? Elaboração de um relatório escrito em grupo.
3	Segunda investigação no laboratório: observação no microscópio de lâminas de folhas diversas. Elaboração de desenhos das observações.
4	Avaliação somativa em sala de aula sobre a fotossíntese.

Fonte: elaborado pelos autores.

Após a intervenção todos os documentos como relatórios, desenhos, fotografias, avaliações e anotações foram reunidos e analisados conforme as reflexões mais relevantes sobre ensino da fotossíntese a partir da técnica investigativa sendo descritos nesse trabalho. Nos relatórios procuramos observar, principalmente, evidências de descrições, interpretações e comparações dos resultados. Na elaboração dos desenhos pelos estudantes foi importante verificar se eles fizeram a conexão com outros conteúdos. As fotografias foram utilizadas como um recurso auxiliar para facilitar o entendimento da prática e documentar as etapas desenvolvidas. As avaliações somativas foram analisadas em relação as notas e, também a questões específicas como a relativa a clorofila. As anotações dos diálogos e observações das aulas foram realizadas durante todo o desenvolvimento do projeto, funcionando como um diário de campo, e proporcionaram reflexões que são descritas nos resultados e discussão.

4. Resultados e discussão

Na primeira aula da intervenção, quando fiz a pergunta aos alunos “*Em que partes de uma planta ocorre a fotossíntese?*”, as respostas dadas foram “*frutos, flores e folhas*”. Essa reação ao problema foi o levantamento de hipóteses pois, alguns deles pensavam que a fotossíntese só ocorre nas folhas verdes, porém, outros achavam que poderia ser nos frutos, nas flores ou em folhas coloridas. Esse diálogo inicial aumentou a incerteza da turma e possibilitou a inserção da atividade experimental como forma de investigar essa dúvida. Essa situação está de acordo com a pesquisa de Carvalho (2018) sobre a escolha do desafio a ser investigado, pois o problema deve ser escolhido com o objetivo de dar oportunidade aos alunos de levantar e testar suas hipóteses. Essas dúvidas me permitiram direcionar a atividade experimental por meio da participação ativa e indagativa dos estudantes, o que mostrou estar coerente com as autoras Munford e Lima (2007). Propor atividades investigativas muito abertas nas quais os alunos têm muita autonomia seria uma concepção equivocada sobre o ensino de ciências por investigação. Carvalho (2018) também confirma isto mostrando a necessidade de organização do problema para que os alunos possam resolvê-lo sem se perder.

Na sequência, ao conversar com os alunos sobre a teoria estudada na aula anterior foi viável lembrá-los de conceitos já conhecidos e que eram pertinentes à atividade, como por exemplo fotossíntese, clorofila e pigmento. Consideramos que essa atitude complementou e estimulou o processo de investigação a ser realizado, associando a teoria e a prática. Nessa situação, o papel do professor durante a investigação se mostra muito importante, visto que, além de orientar a aula e estimular a participação ativa dos alunos na elaboração de hipóteses, ele pode evitar a imagem deformada empírico-indutivista e ateórica da ciência, mostrando, de acordo com GilPerez (2001), o papel essencial dos conhecimentos disponíveis, que orientam o desenvolvimento da aula. Carvalho (2018) também revela a importância de se rever os conhecimentos teóricos já aprendidos. Segundo esta autora o problema deve provocar interesse nos alunos, de modo que eles se envolvam na busca de uma solução e o relacionem com os conhecimentos anteriormente construídos. Nesse caso, o projeto de investigação experimental surgiu de um estudo teórico ocorrido em

sala de aula, anteriormente, que serviu como uma ideia para que os alunos pesquisassem a presença da clorofila em algumas partes da planta.

Logo depois, diante do pedido para que os alunos coletassem pela escola folhas verdes e coloridas, flores e frutos, observei que houve uma participação ativa deles, mostrando interesse em pegar o material correto. Vejo que estes são recursos simples e comuns nas escolas e que podem ser explorados pelos professores de ciências para ensinar a fotossíntese (figura 1).

Figura 1- Partes de plantas coletadas pelos estudantes. Da esquerda para a direita: folha colorida, uma folha verde, uma flor rosa e uma amora (fruto).



Fonte: dados da pesquisa/2019.

Nas etapas de macerar o material (figura 2) e colocar nos tubos de ensaio (figura3) ocorreu a mesma empolgação e uma certa disputa para manusear os materiais do laboratório. Isso demonstrou uma certa preferência pelas atividades manuais, o que contrastou com atitudes, às vezes, negativas em relação a demonstração de habilidades intelectuais como analisar os resultados, fazer uma apresentação para a turma ou escrever o relatório. Isso nos permitiu refletir que a ciência da escola está distante da ciência do cientista e que eles apresentam uma visão estereotipada que é bem diferente da realidade. Neste caso, para alguns, manusear materiais de laboratório é comportar-se como um cientista. Da mesma forma, infelizmente, eles consagram aqueles alunos com melhores habilidades intelectuais como os mais inteligentes, desconsiderando o processo de desenvolvimento de tais habilidades. Devido a esses fatores, consideramos importante os estudantes estarem fazendo um trabalho de grupo, pois aqueles que

compreenderam a atividade estimulam os colegas a pensarem no problema, ajudando na discussão e aumentando as oportunidades de aprendizagem.

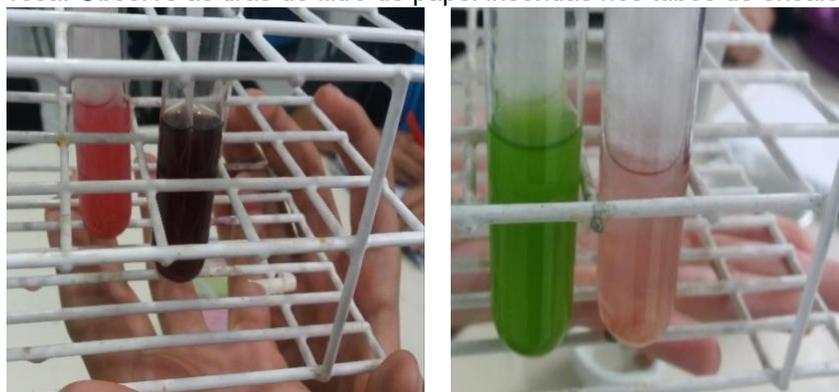
Figura 2- amora sendo macerada pelos estudantes.



Fonte: dados da pesquisa/2019.

No decorrer da aula, quando os alunos colocaram o papel de filtro no suco (figura 3), observei que eles ficaram curiosos e na expectativa para visualizar os resultados. Isso mostrou que numa investigação o papel da curiosidade é estimular a atenção e interesse para o experimento levando a reflexão sobre o assunto e ao aprendizado contínuo. Então, vimos que uma atividade experimental investigativa deve criar certa expectativa nos estudantes.

Figura 3- Sucos obtidos da esquerda para direita: amora, folha colorida, folha verde e flor rosa. Observe as tiras de filtro de papel inseridas nos tubos de ensaio.

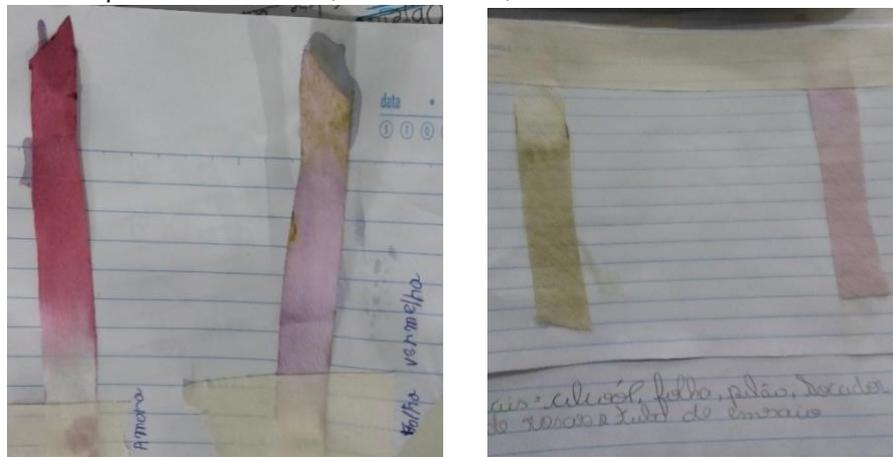


Fonte: dados da pesquisa/2019.

Após os 20 minutos de espera, e com as tiras de papel já coloridas pela absorção dos sucos (figura 4), os estudantes começaram a observar as cores que apareceram nelas. Nesse momento foi necessário voltar ao problema afim de estimular as discussões para resolvê-lo. Segundo Carvalho (2018) nesta etapa o

professor deve verificar se os grupos entenderam o problema proposto. Nesse caso, isso fez com que os grupos iniciassem suas próprias reflexões, pois os alunos começaram a conversar sobre o experimento entre si e alguns até mostravam para os colegas as tirinhas explicando as suas conclusões. Essas atitudes tornaram a revelar a importância do trabalho em grupo como uma âncora para aqueles estudantes com mais dificuldade de superar a ação manipulativa. Essa dinâmica de grupo, de acordo com Carvalho (2018), é eficaz quando os alunos trocam ideias e se ajudam mutuamente no trabalho coletivo.

Figura 4 - Resultados obtidos nas tiras de papel de filtro utilizadas na cromatografia. Da esquerda para direita: amora, folha colorida, folha verde e flor rosa.



Fonte: dados da pesquisa/2019.

Durante essas discussões dos grupos percebi que os estudantes analisavam de maneira acurada as evidências coletadas nas tiras de papel por meio da observação das cores que apareceram nas mesmas. Porém, inicialmente, apenas alguns deles associaram a presença da cor verde com a clorofila e com a capacidade de fazer fotossíntese. Foi necessário, então, questioná-los: *“De que cor é a clorofila? O que ela faz para a planta?”*. Os alunos que argumentavam de maneira mais firme foram aqueles que conseguiram associar as evidências com a teoria. Esses lançaram mão do conhecimento científico já existente e apresentaram um pensamento lógico e crítico mais apurado, o que permitiu que elaborassem uma explicação para a resolução do problema. Isso mostra que numa investigação experimental existe uma necessidade de estabelecer relações baseadas em evidências para a construção de um argumento conforme dito por Munford e Lima (2007). Além disso, de acordo com esses autores, para elaborar sua explicação para o problema o estudante utiliza vários

processos cognitivos associados à ciência como classificação, análise, inferência e pensamento crítico.

Quando os grupos terminaram as discussões, cada um expôs suas explicações que solidificaram o entendimento da relação entre a presença de pigmento verde nos sucos, a presença de clorofila e a capacidade daquela parte da planta fazer fotossíntese. Dois estudantes se prontificaram a explicar para a turma como chegaram a essas conclusões e isso ampliou o diálogo coletivo, intensificando o uso e a compreensão de termos científicos como fotossíntese e clorofila. Além disso, surgiu a pergunta: *“por que na folha colorida aparecia duas cores?”* e isso abriu uma conversa rápida sobre os diferentes tipos de pigmentos. Nessa etapa, houve indícios que ocorreu uma alfabetização científica, os estudantes assimilaram termos científicos e analisaram uma parte essencial tanto anatômica quanto fisiológica do processo fotossintético. Somando-se a isso, mesmo que de maneira simplificada, essa atividade investigativa permitiu a eles uma vivência mais ativa da prática científica.

Ao analisar os relatórios escritos, observamos que eles colaram as tiras de papel de filtro (figura 4) escrevendo ao lado delas frases em que mostravam uma observação e análise mais detalhada e sistematizada dos resultados. Dois grupos escreveram:

Grupo 1 :*“A folha verde ela tem clorofila e faz fotossíntese.”*
“A petala de rosa ela não tem clorofila...”

Grupo 2: *“A tirinha com a amora, teve apenas uma cor, (rosa), e na tirinha com a folha colorida, percebemos, 2 cores, verde e roxo claro. Então concluímos que a amora não realiza a fotossíntese, e a folha colorida sim.”*

Percebe-se aí que os estudantes apresentam características pertinentes a um trabalho investigativo, como descrito em Sá e Maués (2019): formulam descrições, interpretam e explicam as evidências, contrastam as questões formuladas e as “respostas” obtidas. Tais atitudes demonstram que a atividade investigativa pode contribuir para o ensino da fotossíntese na escola, pois desperta o interesse, promove uma participação mais ativa e melhora o entendimento dos estudantes sobre aspectos desse processo metabólico que é extremamente importante no ensino de ciências e

que, às vezes, não é compreendido apenas com aulas teóricas devido à sua subjetividade.

Na segunda aula em que, inicialmente, relembrei o experimento com a turma, ficou evidente a compreensão da investigação desenvolvida por meio da sistematização dos resultados e das conclusões dos estudantes. A partir dos diálogos dos estudantes, elaborei o quadro abaixo para que eles anotassem suas observações e conclusões fazendo uma associação com a teoria científica e consolidando suas descobertas.

Quadro 3 – Registro dos dados experimentais obtidos.

Partes de plantas analisadas	Cores observadas nas tiras	Presença de clorofila	Realiza Fotossíntese
Frutos (amora)			
Folha verde			
Folha colorida			
Pétalas de rosa			

Fonte: elaborado pelos autores.

Essa atividade foi desenvolvida com tranquilidade evidenciando uma compreensão, por parte da maioria, do processo de investigação e dos resultados obtidos. Somente um aluno apresentou dificuldade para fazer as associações corretas e preencher a tabela sendo que foi prontamente ajudado pelos colegas da turma. Segundo Carvalho (2018) a tradução da linguagem da tabela para a linguagem oral implica uma busca de cooperação entre as linguagens científicas, o que ficou evidente nesse caso.

A sugestão das estudantes para a observação de folhas no microscópio foi uma demonstração de autonomia e evidenciou que o professor pode dialogar com os alunos, mudando seu planejamento ao longo da trajetória e repensando sua prática pedagógica para garantir um melhor entendimento do conteúdo. Essa atividade mostrou ser pertinente ao estudo da fotossíntese diante da descoberta da turma que é nesta parte da planta que ela ocorre. Além disso, a observação de células vegetais nas folhas permitiu a associação dos temas combatendo uma visão muito fragmentada no ensino de ciências que é muito comum nas escolas. Houve, ainda, um enriquecimento da aula com o aumento de conexões entre os conteúdos e promoção de aprofundamento na investigação.

Figura 5 - Alunos observando lâminas de folhas no microscópio óptico. Os registros foram feitos por meio de desenhos.



Fonte: dados da pesquisa/2019.

Isso evidenciou que o ensino por investigação pode ser adotado como uma das formas de estímulo ao aprendizado cabendo, desta forma, ao professor, possibilitar a associação da atividade experimental com o conteúdo estudado em sala de aula e estar aberto a proposição deste tipo de atividade no estudo de ciências. Os desenhos realizados pelos estudantes (figura 6) demonstram que é possível promover a alfabetização científica sobre alguns aspectos da fotossíntese por meio da exploração do tema com recursos que, hoje parecem ser comuns nas escolas públicas, como o microscópio e as lâminas. Essa atividade se mostrou fundamental para complementar todo o processo de aprendizagem percorrido durante as duas aulas investigativas.

Figura 6- Desenhos dos estudantes: lâminas de folhas observadas no microscópio óptico.



Fonte: dados da pesquisa/2019.

Para finalizar, diante de todas as possibilidades de aprendizado fornecidas neste projeto de ensino e afim de fazer uma avaliação utilizamos recursos diversificados para conferir a aprendizagem dos estudantes. Um deles foi uma avaliação somativa, com aplicação de uma segunda prova escrita na qual verificamos um aumento de 15% nas notas obtidas pelos alunos nas questões sobre a fotossíntese, sendo que o avanço foi bem maior nas questões específicas que envolviam a clorofila. Outro recurso foi a avaliação formativa com a observação da fala de alguns estudantes sobre o assunto com mais familiaridade e adotando termos científicos que antes não usavam como, por exemplo, "*pigmento*", mostrando que a atividade investigativa ajudou na alfabetização científica. Percebemos, também, um bom desenvolvimento dos estudantes no entendimento do processo utilizado na investigação, o que ficou evidenciado na análise dos relatórios que eles fizeram da atividade experimental. Avaliamos que houve uma melhora na postura e nas atitudes dos estudantes que passaram a ser mais ativos, argumentativos e críticos do que nas aulas em sala. Isso significa que ocorreu uma melhor interação dos estudantes com o conteúdo e aperfeiçoamento do processo de aprendizagem científica.

5. Considerações finais

A atividade investigativa desenvolvida neste projeto de intervenção se apresentou como um recurso valioso para melhorar a aprendizagem do tema fotossíntese. Ficou evidente que esta abordagem contribuiu para que os estudantes ampliem seus conhecimentos por meio da familiarização com termos científicos, do entendimento de especificidades do processo fotossintético e da associação com o estudo teórico.

Esse tipo de recurso pedagógico pode estimular o desenvolvimento de estratégias mais participativas dos estudantes permitindo que apresentem uma postura mais ativa, observadora e concentrada, estimulando o diálogo e questionamento e possibilitando um avanço na aprendizagem do tema fotossíntese.

Neste trabalho, o ensino de ciências por investigação ajudou a combater visões deformadas do ensino de ciências, e em particular do tema fotossíntese, mostrando que é possível evitar concepções estereotipadas e empírico-indutivista do ensino, levando o estudante a refletir sobre as situações do cotidiano e associando-as com o conteúdo teórico.

6. Referências Bibliográficas

AMARAL, Patrícia; FIGUEIREDO, Vanessa Batista; OLIVEIRA, André Luis de. **Fotossíntese e o ensino de biologia por investigação: uma experiência com alunos do ensino médio.** Disponível em: <http://www.uel.br/ccb/biologiageral/eventos/erebio/painel/T105.pdf>. Acesso em: 15/02/2019.

BASSOLI, Fernanda; GEVEGY, Rafaella; RIBEIRO, Fabiana. **Atividades práticas investigativas no ensino de ciências: trabalhando a fotossíntese.** Ciência em tela. Vol.7, n.01, 2014.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org.). **Ensino de Ciências por Investigação: Condições para Implementação em Sala de Aula.** São Paulo: Cengage Learning, 2018.

CONTAGEM. **Referenciais Curriculares de Contagem.** Disponível em: <https://www.dropbox.com/sh/3mz91c4ay5jfpme/AABJy3O5hdvpW5XOVkqVZVUwa?dl=0&preview=Divisao+Trimestral+Ciencias.pdf> . Acesso em: 02 de fev. 2018.

FERREIRA, Hérica Alves; GOMES, Ana Cláudia; GONÇALVES, Carlos André; SOARES, Narcisa Silva; ZAGO, Leciana de Menezes. **Fotossíntese: uma proposta de aula investigativa.** Revista Brasileira de Biociências. Porto Alegre, vol.5, supl.1, p.759-761, jul.2007.

GIL-PÉREZ, Daniel; MONTORO, Isabel Fernández; ALÍS, Jaime Carrascosa; CACHAPUZ, António; PRAIA, João. **Para uma imagem não deformada do trabalho científico.** Ciência e educação, v.7, n.2, p.125-153, 2001.

GODOY, Arilda Schmidt. **Pesquisa qualitativa tipos fundamentais.** Revista de Administração de Empresas. São Paulo, v.35, n.3, p.20-29. Mai./Jun.1995.

GREGO, Sonia Maria Duarte. **A avaliação formativa: ressignificando concepções e processos.** UNIVESP. São Paulo. Disponível em: scholar.google.com.br. Acesso em: 20 de fev. 2019.

GUNTHER, Hartmut. **Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: esta é a questão.** Psicologia: teoria e pesquisa. Mai-ago, 2006. Vol. 22, n.2, pp.201-210.

LIMA, Flávia Patricia Farias de. **A construção conceitual sobre fotossíntese mediante a utilização de uma prática investigativa no ensino fundamental.** 2011. Disponível em: scholar.google.com.br. Acesso em: 20 de fev. 2019.

LOPES, Sônia; ROSSO, Sergio. **Metabolismo energético: fotossíntese.** BIO. São Paulo: Editora Saraiva, 2010. Págs.325-353.

LUCKESI, Cipriano Carlos. **Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições.** 9 ed. São Paulo: Cortez, 1999.

MENEZES, Joseli Tatiana da Silva. **Uma sequência didática investigativa sobre fotossíntese: um relato de experiência de um trabalho com alunos do ensino fundamental.** Disponível em:

http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUBD9VZMEJ/joseli_tatiana_vers_o_final.pdf?sequence=1 . Acesso em: 15/02/2019.

MUNFORD, Danusa; LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro e. **Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo?** Revista Ensaio, Belo Horizonte. V.09, n.01, p.89-111, jan.-jun., 2007.

NEUMANN, Renate; LEWANDOSKI, Hilário. **O estudo da fotossíntese mais próximo da realidade do aluno.** Cadernos PDE: os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE. 2013. Volume II.

SÁ, Eliane Ferreira de; MAUÉS, Ely. **As características das atividades experimentais investigativas.** Texto publicado no curso de especialização em educação em ciências (UFMG) na disciplina ensino de ciências através de atividades investigativas B. 2018.

SÁ, Eliane Ferreira de; MAUÉS, Ely. **Discutindo o ensino de ciências por investigação.** Texto publicado no curso de especialização em educação em ciências (UFMG) na disciplina ensino de ciências através de atividades investigativas A. 2018.

SANTOS, Rosalina Soares dos; ALMEIDA, Rodolfo Lucas Bezerra de; JÚNIOR, Reginaldo Lourenço Pereira; UJIKAWA, Gustavo Yuzo; ALMEIDA, Sérgio Mendonça de. **A importância de aulas didáticas no ensino de Botânica.** Disponível em: http://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV073_MD4_SA16_ID3988_11092017123822.pdf. Acesso em: 15/02/2019.