

O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E O PROCESSO DA APRENDIZAGEM NA PERSPECTIVA DE PIAGET E VYGOTSKY: UM ESTUDO SOBRE OS FUNGOS

The development of an investigative teaching sequence and the learning process from the Piaget and Vygotsky perspective.

Tayse Dantas dos Santos (tayseihs@hotmail.com)

Adjane da Costa Tourinho e Silva (adtourinho@terra.com.br)

Universidade Federal de Sergipe, Núcleo de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Av. Marechal Rondon, s/n - Jardim Rosa Elze, São Cristóvão - SE, 49100-00.

Divanizia do Nascimento Souza (divanizi@ufs.br)

Universidade Federal de Sergipe, Núcleo de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Av. Marechal Rondon, s/n - Jardim Rosa Elze, São Cristóvão - SE, 49100-00.

Veleida Anahi da Silva (vcharlot@terra.com.br)

Universidade Federal de Sergipe, Núcleo de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Av. Marechal Rondon, s/n - Jardim Rosa Elze, São Cristóvão - SE, 49100-00.

Recebido em: 16/04/2021

Aceito em: 12/10/2021

Resumo

Este artigo tem como objetivo analisar o desenvolvimento da aprendizagem de uma turma do 4º ano do Ensino Fundamental em uma escola pública municipal por meio do ensino por investigação. Para isso, houve a aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) para as aulas de ciências, elaborada de acordo com o ciclo investigativo de Pedaste *et al.* (2015) sobre o conteúdo programático “fungos”. As aulas foram gravadas em vídeos e as análises destes materiais ocorreram em conformidade com as estratégias elaboradas por Lima (2015), que estabelece seis fases. Durante as atividades da SEI, notou-se o envolvimento dos estudantes na busca da resolução das questões centrais que integraram a SEI, foram elas: Quais as condições para proliferação do mofo? Os fungos são bons ou ruins para saúde? Identificou-se também que o ensino por investigação pode fomentar conflitos cognitivos entre as ideias já existentes e a aquisição de novos conhecimentos. Diante desse contexto, o processo de mediação, explicado por Vygotsky (2007), foi fundamental para internalização, ou seja, construção do conhecimento.

Palavras-chave: Ensino por investigação; Estudantes; Aprendizagem.

Abstract

This article aims to analyze the development of the learning of a class of the 4th year of elementary school in a municipal public school through teaching by investigation. For that, there was the application of an Investigative Teaching Sequence (SEI) for science classes, elaborated according to the investigative cycle of Pedaste *et al.* (2015) on the “fungi” program content. The classes were recorded on video and the analysis of these materials took place in accordance with the strategies developed by Lima (2015), which establishes six phases. During SEI's activities, it was noted the students' involvement in the search for the resolution of the central questions that made up SEI, they were: What are the conditions for mold proliferation? Are fungi good or bad for health? It was also identified that research teaching can foster cognitive conflicts between existing ideas and the acquisition of new knowledge. In this context, the mediation process, explained by Vygotsky (2007), was fundamental for internalization, that is, the construction of knowledge.

Keywords: Research teaching; Students; Learning.

1 Introdução

O ensino por investigação consiste em uma abordagem na qual o aprendizado se dá por meio do fomento à resolução de problemas, os quais são apresentados aos estudantes por meio de uma ou mais questões. Estas podem mobilizar a elaboração de hipóteses, o planejamento de um esquema para a produção de dados e sua interpretação, o alcance de conclusões e a comunicação dos resultados obtidos a uma audiência, a fim de legitimá-los. A partir dessa proposta de trabalho, o estudante compreende que o seu papel em sala de aula requer um envolvimento ativo nas atividades propostas pelo professor. Nesse sentido, adquire cada vez mais autonomia na construção do próprio conhecimento.

Para Sasseron (2015), o ensino por investigação extrapola o âmbito de uma metodologia de ensino pertinente apenas a determinados conteúdos e temas. Esse tipo de ensino pode ser praticado nas mais distintas aulas, sob diversas formas, abrangendo uma variedade de conteúdos. Diante disso, o ensino por investigação configura-se como uma abordagem didática que pode estar vinculada a qualquer recurso pedagógico, desde que o desenvolvimento da investigação pelos alunos associe-se à prática com engajamento ativo, mediante orientação do professor.

O ensino por investigação se materializa em sequências de aulas que se desenvolvem em torno de um tema envolvido em uma dada questão central. Sendo assim, as sequências de ensino investigativas (SEI) correspondem ao encadeamento de atividades e aulas em que um tema é investigado e, conseqüentemente, seus conceitos e práticas são trabalhados. Reforça-se, deste modo, a ideia de que, no ensino por investigação, o professor é um propositor de problemas, análises e discussões (SASSERON, 2015).

Nesse artigo, apresentamos uma SEI, intitulada “Os fungos”. A escolha do tema surgiu do interesse da primeira autora em proporcionar aos seus alunos (crianças entre 8 e 9 anos) do 4º ano do Ensino Fundamental, na disciplina de ciências, um amplo conhecimento sobre o assunto, considerando os diferentes tipos de fungos e contextos em estes que podem se apresentar, de modo a possibilitar a construção de um conhecimento consistente. O material didático envolve uma adaptação de textos disponíveis no Portal do professor, relativo ao tema – Fungos: Como se manifestam na natureza; no documento **Secuencias didáticas en Ciencias Naturales para Educación Básica Secundaria** (COLÔMBIA, 2013); e no livro *Como as crianças aprendem as ciências* (ASTOLFI; PETERFALVI & VÉRIN, 1998).

A SEI foi estruturada com base no ciclo investigativo proposto por Pedaste *et al.* (2015), composto por cinco fases, assim denominadas: orientação, conceitualização, investigação, conclusão e discussão. Ela foi aplicada em uma turma de uma escola pública municipal de Aracaju, capital do estado de Sergipe. O 4º ano do Ensino Fundamental foi selecionado para aplicação da sequência, tendo em vista que é nesta etapa da Educação Básica que os discentes iniciam o estudo sobre esse assunto, no contexto do tema decomposição dos alimentos, como proposto pela Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017).

Portanto, o objetivo do estudo apresentado neste artigo é analisar a aprendizagem dos alunos ao longo das diferentes etapas da SEI, em que o tema fungos foi abordado. Os dados analisados foram obtidos por meio de gravações em vídeo das aulas e registros escritos dos alunos. A análise foi desenvolvida por meio da metodologia apresentada em Lima (2015), levando em conta as concepções de Vygotsky e Piaget para a compreensão da evolução das ideias apresentadas. Para tanto, priorizamos os momentos de discussões dos alunos entre si e com o professor, desde a apresentação inicial do tema.

2 Fundamentação teórica

2.1 O ensino por investigação

O ensino por investigação além de se caracterizar por meio da colocação de um problema, o qual, geralmente, vem seguido por observações, levantamento e teste de hipóteses, coleta e análise de dados, inclui também a comunicação desses resultados, que se expressam nos registros produzidos pelos estudantes. Carvalho *et al.* (2010) explicam que, quando os estudantes são incitados a falar sobre como resolveram o problema, começam a tomar consciência sobre a organização das ações que praticaram, das observações realizadas e de como se chegou à obtenção dos resultados. Nessa direção, Zômpero & Laburú (2011) apontam que um aspecto significativo que pode ser observado é o de que as atividades investigativas colaboram para aquisição de novas informações e comunicação do conhecimento adquirido. A divulgação dos resultados pode acontecer de forma oral ou escrita.

Nessa abordagem didática, o professor deve promover o contato dos alunos com fenômenos naturais em busca da resolução dos problemas propostos, investir em favorecer o papel ativo do estudante na construção de conhecimentos científicos e envolver a turma por meio de discussões. A abordagem investigativa exige que o professor promova as interações dentro da sala de aula, orientando os estudantes na resolução de problemas, no levantamento e teste de hipóteses e elaboração de respostas às questões investigadas (SASSERON, 2015). Dessa forma, os estudantes desenvolvem práticas utilizadas nas investigações científicas.

Carvalho (2013) discute que a proposta de uma sequência de ensino investigativa está baseada em um ensino com objetivos voltados tanto para a aprendizagem de conceitos, termos e noções científicas quanto para proporcionar o aprendizado de ações, atitudes e valores próprios da cultura científica.

Considerando que o ensino por investigação deva fortalecer a autonomia dos alunos, Borges (2002) sugere que as investigações sejam, inicialmente, simples, e realizadas em pequenos grupos. Essas atividades devem considerar tanto a experiência dos alunos com atividades do mesmo tipo quanto o conhecimento em relação ao tópico a ser investigado. Espera-se, ainda, que a autonomia adquirida pelos alunos se manifeste diante de situações que perpassem o âmbito escolar.

2.2 Construção do conhecimento na perspectiva de Piaget e Vygotsky

Conforme Carvalho (2013), Piaget e Vygotsky explicam, de formas diferentes, como as crianças e jovens constroem seu próprio conhecimento. Muitos foram os debates que já ocorreram, entre educadores, relacionados a esses dois referenciais teóricos. Através de pesquisas realizadas em escolas, foi possível observar que os conflitos existentes entre essas teorias se tornaram inviáveis, “[...] o que se constata hoje é, ao contrário de décadas anteriores, uma complementariedade entre as ideias desses dois campos do saber [...]” (CARVALHO, 2013, p. 02). Sendo assim, inicialmente, discorreremos sobre alguns aspectos da obra piagetiana e vygotskyana relacionando-as com a abordagem de ensino investigativa.

Piaget (2011) afirma que o desenvolvimento cognitivo acontece por mecanismos de assimilação e acomodação. A conciliação desses dois processos entre si é definida como um estado de equilíbrio. Há uma construção, realizada pelo indivíduo, de esquemas mentais de assimilação para abordagem da realidade. Quando a mente assimila conhecimento, acontece a incorporação da

realidade a tais esquemas, de modo que as ações e o pensamento são impulsionados a se acomodarem ou a se ajustarem em função das informações que a realidade representa.

[...] Levando em conta, então, esta interação fundamental entre fatores internos e externos, toda conduta é uma assimilação do dado a esquemas anteriores (assimilações a esquemas hereditários em graus diversos de profundidade) e toda conduta é, ao mesmo tempo, acomodação destes esquemas à situação atual. Daí resulta que a teoria do desenvolvimento apela, necessariamente, para a noção de equilíbrio, pois toda conduta tende a assegurar equilíbrio entre os fatores internos e externos ou, mais em geral, entre assimilação e acomodação (Piaget, 2011, p. 89).

Em muitos momentos, nos esquemas de ação, tanto das crianças quanto dos adultos, ocorrem dificuldades para a assimilação de determinadas situações ou informações (PIAGET, 2011). Nesse sentido, pode haver uma desistência diante das novas informações ou modificação da mente. Para Piaget (idem), tal modificação recebe a denominação de acomodação e é por meio dela que ocorre a construção de novos esquemas de assimilação, conhecimentos e a aprendizagem. “[...] Experiências acomodadas dão origem, posteriormente, a novos esquemas de assimilação e um novo estado de equilíbrio é atingido. [...]” (MOREIRA, 2017, p. 100). Portanto, é necessário que haja o desequilíbrio das estruturas cognitivas e assim aconteça a construção de novos esquemas de assimilação, por meio da acomodação, o que corresponde a um processo de equilíbrio majorante.

Carvalho (2013) explica que os trabalhos piagetianos apresentam duas condições relevantes para o planejamento do processo de ensino e aprendizagem na escola: a passagem da ação manipulativa para a ação intelectual e a tomada de consciência, pelos alunos, de seus próprios atos durante essas ações.

Com relação às contribuições de Vygotsky (2007), há dois pontos fundamentais desenvolvidos em suas pesquisas. O primeiro, e o mais importante, é a valorização da interação social como primordial para a formação dos processos mentais superiores (linguagem, memória e atenção voluntárias), uma vez que, por meio desta, ocorre a “internalização” de elementos fornecidos pela cultura para a constituição de modos internos de regulação pelo indivíduo, ou seja, a conversão de relações sociais em funções mentais. Postula-se, assim, o indivíduo como um sujeito social que não é apenas ativo, mas também interativo. O segundo ponto, aliado ao primeiro, é a utilização desses elementos culturais, instrumentos e signos, para mediar às interações entre os indivíduos com eles mesmos e com o mundo. Um instrumento é algo material, utilizado com alguma finalidade, enquanto os signos podem ser imateriais que geram significados, que remetem a uma nova realidade, não àquela imediatamente dada. Para internalizar signos, os indivíduos têm que captar os significados já aceitos e compartilhados num determinado contexto social e é por meio da interação entre os indivíduos que isso ocorre.

Partindo desses princípios, Vygotsky (idem) discute sobre o desenvolvimento da aprendizagem, considerando o nível de desenvolvimento real da criança e a zona de desenvolvimento proximal. O estudioso explica que o nível de desenvolvimento real corresponde ao conhecimento que a criança tem e se expressa nas funções que utiliza para resolver problemas de forma independente. Esse nível demonstra as funções mentais que já amadureceram. Já a zona de desenvolvimento proximal representa as funções que ainda não amadureceram, ou seja, expressa aquilo que a criança não sabe fazer sozinha, mas o faz com a mediação do outro. Essas funções estão, por assim dizer, em processo de maturação. Logo, a zona de desenvolvimento proximal hoje será o nível de desenvolvimento real amanhã.

As concepções de Vygotsky apontam para a importância de que sejam promovidas interações em sala de aula, por serem um dos fatores essenciais para uma abordagem de caráter investigativo. As práticas discursivas, dentre elas a argumentação, se manifestam ao longo das várias etapas da investigação, envolvendo levantamento de hipóteses, planejamento do design

experimental, tratamento e análise de dados e discussões para legitimação dos resultados alcançados.

3 Metodologia

3.1 A SEI

A organização da SEI proposta nesta pesquisa tem por base as cinco fases do ciclo investigativo proposto por Pedaste *et al.* (2015), denominadas: orientação, conceitualização, investigação, conclusão e discussão.

A seguir serão apresentadas as principais fases da SEI, considerando sua materialização nesta pesquisa, de acordo com a temática abordada. Cabe ressaltar que a fase de discussão perpassa transversalmente todas as cinco fases. Assim, a sequência de ensino investigativa proposta está estruturada em quatro fases: a primeira composta por uma aula, a segunda por duas, a terceira por três aulas e, por fim, a quarta fase composta por duas aulas.

O conteúdo programático para aplicação da SEI foi a temática Fungos. De acordo Santos; Aguilar & Oliveira (2010), os fungos são organismos diversificados que podem ser microscópicos ou macroscópicos. Ao apresentarem características peculiares, os fungos pertencem a um próprio reino, o Reino Fungi. Dentro dessa perspectiva, Usberco *et al.* (2011) afirmam, em seu livro didático, que os fungos são: seres eucariontes ou eucarióticos, por apresentarem membrana nuclear que envolve o material genético; multicelulares ou unicelulares; e também heterotróficos, por serem organismos que não produzem seu próprio alimento, dependendo de outros seres vivos para obtê-lo.

Valle (2004) explica que os representantes mais comuns do Reino Fungi são os conhecidos popularmente como: cogumelos, mofos e bolores. Esse reino foi abordado, em sala de aula, de forma breve. Foram destacados somente o conceito de fungos, os tipos de fungos, os ambientes propícios para proliferação do bolor, os malefícios que alguns tipos de fungos podem causar à saúde e, por fim, os seus benefícios, como a utilização de alguns fungos na produção de alimentos e remédios.

Nesse sentido, foi esperado que os alunos compreendessem o conceito de fungos, a existência de seus variados tipos e, entendessem, principalmente, a existência de fungos benéficos e maléficos para saúde a saúde humana.

As duas principais questões que mobilizaram a SEI foram: Quais as condições para proliferação do mofo? Os fungos são bons ou ruins para saúde?

Primeira fase – Orientação

De acordo com Pedaste *et al.* (2015), a fase da orientação consiste no estímulo à curiosidade do aluno em relação a um problema proposto. Durante essa fase, o tópico de aprendizagem é introduzido por meio de uma análise do ambiente, definido por professor ou proposto pelos estudantes.

Portanto, na *primeira aula*, inicialmente, foi apresentada, de forma panorâmica, a proposta da sequência de ensino investigativa aos estudantes. Em seguida, foram identificados os seus conhecimentos prévios sobre o tema a ser trabalhado. Para isso, a palavra “fungos” foi escrita na lousa e os estudantes foram solicitados a escreverem as cinco primeiras palavras que lhes viessem à mente em função do vocábulo apresentado. Após terem expressado as suas ideias por escrito, houve uma discussão com toda a turma conduzida pela professora, de modo que os alunos pudessem expor seus pontos de vista.

Logo após, uma das questões centrais da SEI foi apresentada aos alunos “Quais as condições para proliferação do mofo?”. Diante dessa problemática, foram realizadas novas discussões, foi

explicado que o mofo é um tipo de fungo e que nem todo os fungos são prejudiciais à saúde, pois muitos podem servir para nossa alimentação.

Segunda fase: Conceitualização

De acordo com Pedaste *et al.* (2015), a conceitualização é a fase que envolve a aprendizagem de um conceito ou a compreensão das questões pertencentes ao problema declarado. Esta fase, por seu turno, é dividida em duas subfases, que apresentam resultados semelhantes: questionamento e geração de hipóteses. No questionamento, configuram-se perguntas mais específicas sobre o que está sendo pesquisado; já na geração de hipóteses formula-se um pressuposto testável. Ou seja, o questionamento é a formulação de questões investigativas, enquanto a geração de hipóteses se manifesta por um conjunto de declarações ou possíveis respostas. Nesse sentido, a fase de conceitualização fornece os subsídios necessários para a investigação que será realizada em seguida.

Assim, na **segunda aula**, para construir a ideia sobre fungos, as crianças foram levadas a observarem apenas quatro tipos de cogumelos trazidos pela professora para sala de aula, foram eles: Chlorophyllum, Hiratake, Lactarius deceptivus e Míscaros brancos. O objetivo da aula foi fazer com que os alunos compreendessem, primeiramente, que os cogumelos são um tipo de fungo e que existem uma diversidade de cogumelos.

Em seguida, foram organizados três grupos com 4 integrantes, pois os demais discentes haviam faltado. Cada grupo escolheu um dos cogumelos (Chlorophyllum, Hiratake, Lactarius deceptivus e Míscaros brancos) e seus integrantes pesquisaram sobre tal em livros e outros materiais que foram disponibilizados. Nesses materiais havia uma diversidade de figuras de cogumelos, com informações sobre seus nomes científicos, suas características e habitats.

Nesse momento, os estudantes estavam iniciando o entendimento sobre uma taxonomia; essa hierarquia só ficará clara para eles posteriormente. Eles classificaram os cogumelos, perceberam que cogumelo é um tipo de fungo, que não somente mofo é fungo. Mas o entendimento dessa hierarquia, definida pelo reino a qual pertencem os fungos, só foi consolidado posteriormente na quinta aula.

Em seguida, os estudantes confeccionaram cartazes com desenhos e demais informações pesquisadas. Cada grupo apresentou o cartaz que produziu e comentou sobre o cogumelo escolhido. Durante as apresentações, alguns estudantes expuseram que se surpreenderam ao descobrir que cogumelos também são fungos. A partir desse momento, eles passaram a relacionar fungos não somente a bolor, mofo, mas também a cogumelos, e aprenderam que existe uma diversidade de cogumelos com nomes científicos diferentes, mas que todos são fungos.

Durante a **terceira aula** foi iniciada a atividade do cultivo do mofo em pão. O objetivo dessa aula foi fazer com que os estudantes expusessem suas opiniões sobre o que iria acontecer com os pães ao decorrer de alguns dias em que ficaram guardados em ambientes diversos.

Seis fatias de pão foram utilizadas. Três delas foram umedecidas com água e as demais não. Cada fatia de pão foi embalada separadamente em um saco plástico devidamente lacrado. Após os pães serem embalados, um pão umedecido e outro seco foram colocados dentro da geladeira da cozinha da escola; outro par (fatia de pão úmido e de pão seco) foi alocado dentro de uma caixa; e um último par foi posicionado em cima da caixa. Os pães permaneceram nessas posições durante o período de quatro dias.

Fichas foram entregues aos estudantes para que eles fizessem anotações diárias sobre as possíveis ocorrências com os pães. Os estudantes foram questionados sobre o que achavam que iria

acontecer com os pães em cada ambiente de armazenamento durante o tempo de observação; foi solicitado também justificativas para suas respostas.

Nessa segunda fase da SEI, conceitos foram introduzidos e, a partir daí, os alunos se envolveram com a atividade investigativa, elaborando hipóteses para as questões propostas pela professora.

Terceira fase: Investigação

Conforme Pedaste *et al.* (2015), na fase de investigação, a curiosidade dos alunos é transformada em ação de modo que sejam alcançadas as respostas para as questões propostas. Há, nesta fase, três possíveis subfases: exploração, experimentação e interpretação de dados. Na exploração, são realizadas investigações sobre as variáveis envolvidas em um evento em análise. A experimentação, por sua vez, envolve manipulação de variáveis e, assim, presume a elaboração de um plano experimental estratégico, tendo o seu desenvolvimento a partir da formulação de hipóteses e a coleta de dados para testá-las. A interpretação de dados, por fim, consiste em atribuir sentido aos dados obtidos da exploração e/ou experimentação.

No caso da SEI que integrou o presente trabalho esta fase foi vivenciada por meio de três atividades.

Na primeira atividade foi realizada uma investigação de natureza experimental, a qual veio seguida da interpretação dos dados obtidos, mediante as hipóteses formuladas. Os estudantes manipularam variáveis, a partir da observação dos pães que apresentaram ou não a proliferação do mofo e os diferentes ambientes em que foram armazenados ao longo de quatro dias. Nessa atividade foi apresentada, novamente, uma das questões centrais que integrou a SEI “Quais as condições para proliferação do mofo?”

A investigação da segunda atividade foi de natureza exploratória, sendo os estudantes orientados a observarem em quais locais de suas residências ocorria a proliferação do mofo e o que contribuía para seu surgimento. Essa atividade também auxiliou os estudantes a responderem uma das questões centrais da SEI “Quais as condições para proliferação do mofo?”

Na terceira atividade a investigação foi de natureza experimental, por meio de dados apresentados em imagens. Os estudantes observaram, por meio de slides, duas massas de pães que apresentavam aspectos distintos. A uma das massas havia sido incorporado fermento biológico e a outra não. Os estudantes foram questionados sobre qual tipo de ingrediente foi colocado na massa para que ela crescesse e o que faltou na outra, que aparentemente não cresceu. Logo após as discussões, foi explicado que o fermento biológico é feito por um fungo: o *Saccharomyces*.

Além disso, os estudantes foram questionados sobre a diferença entre o tipo de fungo utilizado no preparo da massa do pão e o que se proliferou nos pães armazenados ao longo de quatro dias. Neste momento surgiu uma outra questão que integrou a SEI: “Os fungos são bons ou ruins para saúde?”

Ainda nesta etapa, na **quarta aula da SEI**, após quatro dias de observação, os seguintes questionamentos foram direcionados oralmente aos estudantes: O que aconteceu com os pães ao longo da semana? Em quais ambientes de armazenamento os pães sofreram mais alterações? Por quais motivos estes alimentos ficaram com mofo? Em comparação com os pães que foram guardados secos, os pães que foram armazenados já umedecidos apresentaram mais ou menos mofo? O objetivo dessa aula foi fazer com que os alunos observassem quais condições proporcionam a proliferação do mofo.

Após as discussões, foram organizadas coletivamente explicações sobre a proliferação dos fungos. Ao final da exposição, foram feitos mais dois questionamentos aos alunos com a finalidade de alertá-los tanto sobre o perigo existente no consumo de alimentos com mofo quanto sobre a sua presença microscópica em determinadas partes de alimentos mofados que parecem estar próprias

para o consumo: Vocês comeriam esses alimentos do jeito que estão? Se retirarmos a parte que está com mofo, poderemos ingerir a outra metade que aparentemente parece “boa”?

Logo após as discussões, o vídeo intitulado “10 super imagens feitas com lente de sucata de gravador de DVD” foi exibido. A produção audiovisual mostrava um experimento em que a lente de um *driver* de DVD é encaixada em um grampo de cabelo e posicionada, com auxílio de esparadrapo, na câmera de um aparelho celular. Subsequentemente, a professora fez a adaptação de uma lente desse tipo no seu celular, sob observação dos estudantes. Após a adaptação da lente, com o celular foram observados os bolores nos pães, de forma ampliada, com auxílio do objeto construído. Cabe esclarecer que o artefato produzido não possibilitava a visualização de fungos microscópicos. Em seguida, os alunos, organizados em grupos, foram solicitados a escrever textos comunicando os resultados obtidos.

Ao final da aula, os estudantes foram orientados a observar se havia formação de mofo em suas casas ou em ambientes próximos, e a anotarem as características dos lugares em que identificassem tal formação. Configurou-se aí uma nova atividade investigativa, porém, de caráter exploratório, diferentemente da primeira.

Na **quinta aula**, os estudantes apresentaram as anotações de suas observações acerca da observação de formação de fungos em suas residências. Somente 5 alunos conseguiram identificar mofo; os lugares mencionados por eles foram as paredes de alguns cômodos da casa. As justificativas para a proliferação do mofo foram a presença de umidade e a falta de luminosidade. Além de escreverem, eles também produziram desenhos em suas anotações. O objetivo dessa aula foi fazer com que os alunos identificassem a presença do mofo em determinados locais de suas residências e explicassem o que contribuiu para o surgimento do mofo.

Em seguida, por meio de slides, foram apresentadas informações sobre a quantidade de reinos em que os seres vivos são classificados, o que são fungos, as suas características morfológicas, do que se alimentam, como se reproduzem e quais representam perigo à nossa saúde.

Na **sexta aula** foram empregadas ideias do Portal do professor sobre a fermentação. O objetivo dessa aula foi fazer com que os alunos compreendessem a existência de outro tipo de fungo, que é utilizado na preparação de alguns alimentos.

A aula foi iniciada com a seguinte questão: Quais alimentos, com fungos, vocês consomem? Após as discussões, foram mostradas duas imagens de massas de pães. A massa inchada recebeu a denominação de “massa A” e a outra, “massa B”. Outros questionamentos foram feitos aos estudantes: O que vocês acham que faltou na massa B para que ela crescesse? Depois das discussões foi explicado que o fermento biológico é feito com um tipo de fungo: o *Saccharomyces*. Outras perguntas também foram realizadas: como podemos fazer para os fungos desse tipo de fermentação agir sobre a massa do pão? Depois de preparada a massa, deve-se colocá-la dentro ou fora da geladeira?

Ao final, foi perguntado: o que este fungo utilizado no preparo da massa do pão tem de diferente daquele fungo que se proliferou quando o pão foi guardado? Vocês podiam comer aquele pão? E esse novo, vocês comem? Todos os fungos são ruins para saúde? Nesse momento, foi observado o surgimento de uma nova questão problema, que também integrou a SEI: os fungos são bons ou ruins para saúde?

Após estas observações e questionamentos, foi exibido o vídeo da personagem Kika (<https://www.youtube.com/watch?v=Njk8z5dhByQ>), intitulado “De onde vem o pão”, o qual tem duração de pouco mais de quatro minutos. Prosseguindo, foram apresentadas explicações sobre a fermentação e solicitado aos estudantes que registrassem como o fermento age no preparo do pão.

Quarta fase: Conclusão

Nesta fase, na *sétima aula* da SEI, algumas das hipóteses iniciais sobre a investigação da proliferação do mofo no pão, realizada ao longo de quatro dias, foram retomadas. O objetivo desta aula foi levar os estudantes a refletirem sobre os conhecimentos prévios à aplicação da sequência em relação aos conhecimentos obtidos ao longo das aulas.

As perguntas iniciais foram as seguintes: como estavam os pães que foram guardados, secos ou úmidos? Em quais lugares os pães foram colocados? Depois de uma semana, quais pães apresentaram mais e menos fungos? Em quais pães não foi observada a proliferação de fungos? Quais fatores contribuíram para isso? Vocês se recordam das respostas iniciais dadas a essas perguntas?

Logo após foram realizadas perguntas relacionadas a outra investigação que integrou a SEI: E sobre a presença do mofo na casa de vocês? Onde foram localizados? O que havia no ambiente que contribuiu para sua proliferação? Depois das discussões, outros questionamentos relacionados à presença do fungo *Saccharomyces* no preparo da massa do pão foram realizados: E sobre o preparo da massa do pão? Alguém poderia me dizer quais ingredientes são utilizados? Qual contribui para que a massa cresça, se desenvolva? E esse ingrediente é formado pelo quê? Como podemos fazer para os fungos desse tipo de fermentação agir sobre a massa do pão? Coloco a massa na geladeira ou deixo em temperatura ambiente? À medida em que os estudantes foram apresentando suas repostas, essas foram sendo escritas na lousa para que eles percebessem a evolução da própria aprendizagem.

Na *oitava e última aula* foi abordada a descoberta de Alexander Fleming sobre um fungo do gênero *Penicillium* que deu origem a antibióticos. O objetivo dessa aula foi mostrar aos alunos a utilização de um outro tipo de fungo na fabricação de medicamentos. Inicialmente foi explicada a eficácia das penicilinas no combate a muitas doenças infecciosas. Logo após, foi apresentada uma das perguntas centrais da SEI: Os fungos são bons ou ruins para saúde? A partir dela, desenvolveram-se as discussões finais.

A discussão, também presente ao longo das fases anteriores, é a última fase, a qual possui duas subfases: comunicação e reflexão. Na comunicação, os estudantes relatam suas descobertas e conclusões, e essa comunicação conseqüentemente dá espaço à realização de *feedback*. A reflexão é uma subfase definida através do desenvolvimento da atividade investigativa, e seu enfoque está na aprendizagem dos estudantes no ensino por investigação (PEDASTE *et al.*, 2015).

3. 2 Procedimento de coleta e análise dos dados

As aulas correspondentes à aplicação da SEI foram gravadas, em vídeos, após autorização dos alunos e responsáveis legais. Sobre a gravação de vídeos, Carvalho (2000) explica que as filmagens possibilitam a observação de novos dados que não foram observados pelo pesquisador durante a realização do trabalho *in loco*.

No que concerne às transcrições e às análises dos vídeos gravados durante a aplicação da SEI, consideramos as estratégias propostas por Lima (2015), que estabelece seis fases nessa tarefa, assim discriminadas: assistir aos vídeos; selecionar os eventos críticos; descrever os eventos críticos; transcrever os eventos críticos; discutir os eventos críticos; e, por fim, limpar as transcrições. De acordo com Lima (2015), os eventos críticos são momentos, identificados nos vídeos, que são importantes para o objeto de pesquisa e podem se apresentar de forma direta ou indireta.

A primeira fase consiste em assistir aos vídeos sem a pretensão de registrar os fatos observados. Entretanto, é importante que o pesquisador tenha em mente os objetivos de sua pesquisa e, nessa análise preliminar, identifique dados relevantes que convirjam aos resultados.

Dentro dessa perspectiva, foram procurados comportamentos dos alunos que demonstrassem relações estabelecidas – e como elas se desenvolveram – com o aprender por meio do ensino por investigação. A segunda fase, por sua vez, está conectada à anterior; ao assistir aos vídeos novamente, é necessário selecionar os eventos críticos, ou seja, aqueles relevantes para o estudo em desenvolvimento (LIMA, 2015).

Nesta pesquisa, os critérios para seleção dos eventos críticos, denominados por Carvalho e Gonçalves (2000) como situações ou episódios de reconhecimento, foram as características do desenvolvimento da aprendizagem na perspectiva de Piaget e Vygotsky.

Na terceira fase, é preciso que o pesquisador descreva o que aconteceu nos eventos críticos selecionados anteriormente. Essa descrição consiste em duas partes: a primeira deve ser estruturada com a produção de textos curtos sobre o que aconteceu em determinada situação. As produções destes pequenos textos sinalizam a principal ideia do evento crítico. Na segunda parte dessa fase, é preciso fazer uma descrição mais elaborada dos eventos críticos, de modo que esse momento exige que o pesquisador assista, mais uma vez, aos vídeos ou parte destes que correspondem aos eventos críticos (LIMA, 2015).

A quarta fase, que sucede as descrições, consiste no processo de transcrição dos dados. Esta fase exige que o pesquisador ouça/assista aos eventos críticos e os registre, em forma de texto – as falas dos participantes relacionadas com o objeto de pesquisa devem ser anotadas. Na quinta fase, por seu turno, ocorrem as discussões dos dados encontrados. Vale salientar que, nas pesquisas realizadas individualmente, essa discussão pode ser compreendida como uma reflexão acerca dos dados transcritos. A sexta e última fase é denominada de limpeza de dados. Esta é a finalização da análise dos vídeos. Consiste na separação dos dados a serem utilizados na pesquisa, ou que serão úteis em trabalhos futuros (LIMA, 2015).

Após todo esse processo a análise dos dados ocorreu, conforme comentamos, de acordo com as concepções de Piaget e Vygotsky acerca da construção de novos significados pelos alunos.

4 Resultados e discussões

Serão apresentadas as análises acerca da sequência de ensino investigativa proposta. Esta análise, como esclarecido anteriormente, ocorreu de acordo com os pressupostos de Lima (2015), e o critério estabelecido para seleção dos eventos críticos foram as características do desenvolvimento da aprendizagem na perspectiva de Piaget e Vygotsky.

Os eventos críticos foram organizados em contextos que vão das concepções espontâneas dos estudantes à apropriação do conteúdo intelectual. Essas concepções espontâneas foram consideradas para identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes e as relações que apresentavam sobre o conteúdo que integrou a sequência de ensino investigativa. Os contextos selecionados corresponderam à primeira, terceira e quarta aulas. A seguir são apresentadas as análises por contexto crítico.

Contexto: primeira aula

Na primeira aula, foram verificados os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema a ser abordado. Para isso, a palavra “fungos” foi escrita na lousa e os estudantes solicitados a escrever as cinco primeiras palavras que lhes viessem à mente. Diante da palavra escrita na lousa, os estudantes não souberam realizar a atividade, pois esta palavra não fazia parte do seu vocabulário. Assim, a palavra “fungos” foi modificada por “mofo” e os estudantes começaram a desenvolver a atividade.

O conteúdo da escrita está apresentado no quadro 1, abaixo. Os espaços preenchidos com “-” significa que os estudantes não estavam presentes na aula.

Quadro 1 - Respostas das crianças em relação à apresentação da palavra "mofo".

Fonte: Elaborado pela autora.

A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Verde Nojento Fedorento Comida Ruim	Podre Tomate Queijo Pão Ovo	Massa Estragado Verde Feinha Fedor	-	-	-	-
A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14
-	-	Podre Nojento Fedorento Tomate Enjoo	Pão Nojento Sujeira Ruim Verde	Fede Verde Podre Murcho Ruim	Massa Estragado Fedorento Verde Ruim	Fedorento Verde Nojo Ruim Não come
A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21
Nojento Fedor Mofo Estragado Enjoo	-	Verde Roupas Paredes Verduras Fedorento	-	Roupas Cogumelo Queijo Verde Nojeira	Roupas Cogumelo Queijo Verde Nojento	-

Segundo Carvalho (2013), os conceitos espontâneos dos estudantes, que, por vezes, recebem outros nomes, como conceitos intuitivos ou cotidianos, são um tipo de conhecimento prévio, trazido para sala de aula em busca da compreensão do que o professor explica ou pergunta.

Observa-se que as crianças atribuem ao mofo ideias em relação ao seu aspecto e odor. Outras características estão voltadas a sentimentos de repulsa, objetos e alimentos onde estes microrganismos podem ser vistos. Vale destacar que os estudantes A19 e A20 apresentaram uma concepção espontânea mais alinhada aos conceitos que fazem parte do conteúdo programático, pois ao escreverem a palavra cogumelo, que se refere a um tipo de fungo. Logo após, foi desenvolvida uma discussão na sala de aula sobre as palavras apresentadas pelos estudantes. O conteúdo dessa discussão está apresentado no quadro 2.

Quadro 2 - Discussão sobre o que escreveram em relação à apresentação da palavra "mofo".

Turnos de fala	Locutor	Falas transcritas	Sujeitos da interação
1	Professora	Me falem quais palavras vocês escreveram na folha.	Professora - alunos
2	A2	Ovo.	
3	A20	Nojento.	
4	A1	Fedorento	
5	A20	Roupa. Verde.	
6	A11	Cheiro ruim.	

7	A2	Carne.	
8	Professora	A20, por qual motivo a palavra roupa te faz lembrar sobre do mofo?	
9	A20	Por causa que o mofo fica mais nas roupas.	
10	A2	A roupa fica cheia de bolinhas verdes.	
11	A3	Eu já vi no danone. Tava tudo verde	
12	A5	Tia, eu também já vi em paredes.	
13	A2	Tia, eu já vi na carne, no ovo e no pão. Eu já vi em uma carne no mercado. Ela tava toda verde, estranha. Quando a gente chegava perto, chega fedida. Eu “enguiava”.	

A discussão favoreceu o acesso às concepções prévias, ao que os estudantes já conheciam sobre o assunto. Isso contribuiu para mobilizá-los e, ao mesmo tempo, fazê-los perceber que a escola é um espaço para expor situações de seu próprio cotidiano.

Dentro desse contexto, Vygotsky (2007) explica a importância de considerar o que a criança já sabe, ou seja, conhecer o que ela consegue fazer sozinha. Conforme Vygotsky (2007), esse processo recebeu o nome de Nível de Desenvolvimento Real (NDR). Nesse sentido, é necessário que durante a realização das discussões e atividades, o professor identifique o NDR que os estudantes apresentam sobre a temática abordada e facilite o desenvolvimento da aprendizagem contribuindo, ao mesmo tempo, para sua evolução.

Contexto: segunda aula.

Nesta aula, foi abordada a diversidade de fungos. Inicialmente, os estudantes observaram quatro tipos de cogumelos (*Chlorophyllum*, *Hiratake*, *Lactarius deceptivus* e *Míscaros brancos*) que foram levados para sala de aula e logo após foram realizadas discussões que estão apresentadas no Quadro 3, a seguir.

Quadro 3 - Concepções espontâneas sobre os cogumelos.

Turnos de fala	Locutor	Falas transcritas	Sujeitos da interação
1	Professora	Vocês sabem o nome disso?	Professora - alunos
2	A16	Cogumelo.	
3	Professora	Vocês já viram eles em algum outro lugar?	
4	A20	Na casa do meu avô.	
5	A19	No mato.	
6	A15	Na árvore	
7	Professora	Eu posso comer esses cogumelos que estão aqui?	
8	A20	Só se você quiser morrer.	
9	Professora	Por quê?	
10	A20	Porque ele pode ser venenoso né, tia?	

11	Professora	Mas existem cogumelos que posso comer?
12	A13	Tem sim.
13	Professora	Qual?
14	A13	Eu já vi no mercadinho.
15	A14	Eu também.
16	A20	Eu também.
17	Professora	Mas será que só existe um tipo de cogumelo? Esses que vocês estão vendo aqui, são todos iguais?
18	Estudantes	Estudantes: Não! (em coro)

Na discussão apresentada no Quadro 3, é possível observar as concepções espontâneas dos estudantes sobre os lugares em identificaram a presença de cogumelos e, posteriormente, foram demonstradas percepções sobre tipos de cogumelos, os venenosos e os que podem fazer parte da nossa alimentação sem causar danos à saúde.

Organizados em três grupos com quatro integrantes, os estudantes escolheram um dos quatro tipos de cogumelos que foram expostos em sala de aula para pesquisar seu nome científico, seu habitat, suas características e outras informações. Após terem realizado a pesquisa, durante as apresentações, alguns estudantes comentaram que se surpreenderam em saber que cogumelos também são fungos.

No Quadro 4, tem-se a transcrição de parte da interação do grupo 2, em que é possível observarmos um avanço conceitual dos estudantes, tanto em relação aos tipos de fungos quanto sobre sua reprodução. Por exemplo, o “pó” mencionado por A12 se refere aos esporos que estão ligados à reprodução dos cogumelos. Os demais grupos também apresentaram falas semelhantes às do grupo 2.

Quadro 4 - Apresentação do grupo 2 sobre os cogumelos.

Turnos de fala	Locutor	Falas transcritas	Sujeitos da interação
1	Professora	E me falem o que mais surpreendeu vocês. Algo que vocês não sabiam e que após a pesquisa vocês descobriram.	Professora - alunos
2	A4	Ô tia, eu não sabia que fungos também eram os cogumelos. Pra mim era só mofo, bolor.	
3	A20	Pra mim também. Eu não sabia que tem fungo de mofo e tem fungo de cogumelo. E ainda mais que tem vários nomes difíceis pra esses cogumelos. Tem muitos tipos.	
4	A12	Eu não sabia que os cogumelos soltavam tipo um pó pra nascerem outros cogumelos.	
5	A15	Pra mim era só mofo e pronto. Eu achei estranho saber que cogumelo também é fungo.	

Diante do contexto da segunda aula, em que foram levados alguns cogumelos para que os estudantes estabelecessem um contato concreto, é importante salientar a explicação dada por Piaget (2011) sobre a aquisição do conhecimento. Os conhecimentos não partem nem do sujeito nem do objeto, mas da existência da interação entre eles. Interações que são inicialmente estimuladas tanto a partir de atividades espontâneas do organismo quanto pelos estímulos provocados de maneira externa. A partir dessas interações em que os fatores internos e externos se articulam indissociavelmente, os conhecimentos encaminham-se em duas direções que se complementam e apoiam constantemente nas ações e nos esquemas de ação (PIAGET, 2011). Ou seja, o avanço conceitual não ocorreu somente por meio da observação de alguns tipos de cogumelos, mas essa observação contribuiu para estimular o interesse, a curiosidade e a busca por informações que promoveram as interações internas e externas.

Contexto: terceira aula

Nessa aula, foi iniciada a atividade sobre o cultivo do mofo em pães, conforme descrito na Metodologia. Logo após, os pães serem embalados, os estudantes foram questionados sobre o que achavam que iria acontecer com os pães depois de quatro dias nos diferentes ambientes em que seriam colocados, como exemplifica o Quadro 5, a seguir:

Quadro 5 - Concepções espontâneas dos estudantes sobre a atividade do cultivo do mofo em pães.

Turnos de fala	Locutor	Falás transcritas	Sujeitos da interação
1	Professora	O que vocês acham que vai acontecer com esses alimentos depois de quatro dias?	Professora - alunos
2	A2, A4, A10 e A20	Vai mofar.	
3	Professora	Qual?	
4	A20	O que vai ficar dentro da caixa.	
5	Professora	Por quê?	
6	A20 e A2	Porque vai ficar abafado.	
7	A20	E o calor também vai ajudar o pão que tá dentro da caixa a mofar.	
8	A2	E também tá quente e o pão vai...	
9	A20	Vai ficar ruim. É porque eles gostam mais da umidade.	
10	Professora	Então o que tá seco não vai mofar?	
11	A2	Tipo vai virar pedra. O que tá seco vai ficar duro	
12	A20	E o que tá molhado vai ficar com mofo.	
13	Professora	E os pães que estão fora da caixa? O que vai acontecer? Vocês só falaram sobre aqueles que estão dentro da caixa.	
14	A19	Vai ficar podre.	
15	A2	O pão seco que tá fora da caixa não vai mofar não. O molhado vai ficar com mofo, se ficar muito tempo.	
16	A20	O que tá fora também vai mofar.	
17	A19	O molhado vai mofar.	

18	A20	O seco também, meu fio.	Alunos-Alunos
19	Professora	Por que vai mofar?	Professora-alunos
20	A20	Porque eles gostam dos dois.	
21	Professora	E você não acabou de falar que eles gostam de umidade?	
22	A20	Porque tá dentro do plástico e tá abafado.	
23	A2	Não vai mofar, tia.	
24	Professora	Por quê?	
25	A2	Porque não tá molhado.	
26	Professora	E os pães dentro da geladeira?	
27	A20	Os dois mofam.	
28	Professora	Por quê?	
29	A20	Por que você não fala?	
30	A2	O que tá dentro da geladeira e molhado vai mofar, com certeza.	
31	Professora	Por quê?	
32	A2	Aí também não sei.	
33	A1	Porque tá dentro do saquinho.	

As concepções espontâneas dos estudantes sobre os fatores que contribuirão para proliferação do mofo no pão se fizeram presentes durante a discussão; dentre os fatores foram apontados a umidade e o calor. Entretanto, houve dúvidas sobre o desenvolvimento de mofo no pão umedecido guardado na geladeira e os pães que não foram umedecidos.

Durante os quatro dias de observações sobre a proliferação do mofo no pão, ocorreu a possibilidade da existência de conflitos cognitivos relacionados às opiniões já existentes dos estudantes com os ambientes propícios à proliferação do bolor. Dessa forma, houve a progressão do conhecimento de acordo com as observações realizadas no tempo determinado para execução da atividade.

Sobre essa progressão do conhecimento, é importante salientar a explicação apresentada por Piaget (1969), em que todo organismo possuindo uma estrutura permanente, pode modificar-se de acordo com as influências provocadas pelo meio, mas esta estrutura não se destrói. Nesse sentido, todo tipo de conhecimento é sempre assimilação de um dado externo as estruturas internas do sujeito. Sendo assim, a atividade elaborada na SEI provocou o encontro entre as ideias já existentes com os novos aprendizados adquiridos.

Contexto: quarta aula

Após quatro dias de observações, foi perguntado aos estudantes em quais situações houve o surgimento do bolor. A interação resultante desse questionamento pode ser observada no Quadro 6 abaixo:

Quadro 6 - Discussão sobre a proliferação do bolor nos pães.

Turnos de fala	Locutor	Falas transcritas	Sujeitos da interação
1	A19	Eles só gostam de lugares escuros.	Professora-alunos
2	Professora	Mas, só apareceu bolor no pão que estava umedecido guardado na caixa?	
3	A19	Não.	
4	Professora	Então, como você me diz que eles só gostam de lugares escuros?	
5	A19	Tia, eu vi que eles apareceram também no pão molhado que tava fora da caixa. Mas, a senhora pode ver que eles apareceram mais no pão molhado que estava no escuro.	
6	Professora	Então, o mofo gosta mais de lugares escuros, úmidos e o que mais?	
7	A19	Secos.	
8	A2	Não. Que seco? O seco não pega fungo.	Alunos-alunos
9	Professora	A2, no dia em que preparamos os pães para essa atividade, você falou que quando sua mãe compra pão e deixa em cima da mesa por três dias, ele fica mofado. E agora você diz que o pão sem estar umedecido não vai ficar mofado?	Professora-alunos
10	A2	Tia, ele vai ficar mofado, mas vai demorar. Não vai ser tão rápido como aconteceu com o pão molhado que tava dentro da caixa.	
11	Professora	Então, os fungos gostam de lugares secos e molhados?	
12	A2	Pode aparecer em lugares secos, mas eles gostam mais do molhado. É bem mais rápido dele aparecer. E se estiver escuro aí é que eles vão parecer bem muito.	
13	Professora	Mas, eu também tinha um pão molhado na geladeira. E o bolor apareceu?	
14	Estudantes	Não! (em coro)	
15	A6	Pra mim, o gelinho da geladeira ajuda a demorar mais pro bolor aparecer. Se deixar no calor ele vem bem mais rápido, como veio no pão que tava fora da geladeira.	
16	Professora	Então, além do bolor gostar mais de lugares molhados, eles também gostam de lugares quentes?	

17	A6	É, tia. Eles demoram quando tem o gelinho da geladeira. A senhora não prestou atenção não?	
----	----	--	--

A utilização de materiais e a realização de discussões que ocorreram durante o desenvolvimento das atividades investigativas podem ter contribuído para que os estudantes internalizassem o conteúdo. Essas ações ocorrem, de forma mais eficaz, por meio do processo de mediação realizado pelo professor. Vygotsky (2007) esclarece que a internalização, ou seja, a reconstrução interna de uma operação externa de atividades e comportamentos ocorre pela mediação. A conversão de relações sociais em funções mentais superiores não acontece de forma direta, mas mediada. Essa mediação pode incluir a utilização de instrumentos e signos. Instrumentos e signos são construções sócio-históricas e culturais; por meio da internalização destas construções ocorre o desenvolvimento cognitivo do sujeito. A internalização dos sistemas de signos provoca mudanças comportamentais.

Dessa forma, os instrumentos são conduzidos externamente e constituem um meio pelo qual a atividade humana é administrada; os signos, por sua vez, ocorrem de forma interna. Para sua internalização, o ser humano tem que compreender os significados compartilhados socialmente. Percebe-se aí que a interação social exerce um papel fundamental (VYGOTSKY, 2007).

Segundo Carvalho (2017), a passagem da ação manipulativa para a intelectual através da tomada de consciência das ações não é fácil para estudantes e professores. Conduzir o estudante intelectualmente por meio de questões e de sistematizações de suas ideias é um processo difícil. É nessa etapa da aula que o professor precisa tomar consciência da importância do erro na construção de novos conhecimentos. Essa também é uma condição piagetiana.

No contexto da quarta aula, a falta de luminosidade, como um dos elementos que contribui para proliferação do bolor nos alimentos, e a baixa temperatura da geladeira, que contribui para o retardamento deste processo, foram mencionados. Estas características não foram citadas pelos estudantes no início das investigações. Assim, o desenvolvimento da prática investigativa ao longo da semana possibilitou tanto o levantamento quanto a descoberta de novas variáveis. Durante esse período, ocorreu, de forma gradativa, apropriação do conteúdo intelectual sobre os conceitos relacionados à proliferação do bolor.

Logo após as discussões, os estudantes foram organizados em quatro grupos para produzirem textos comunicando os resultados obtidos. Frente e verso, de dois destes materiais, são apresentados a seguir.

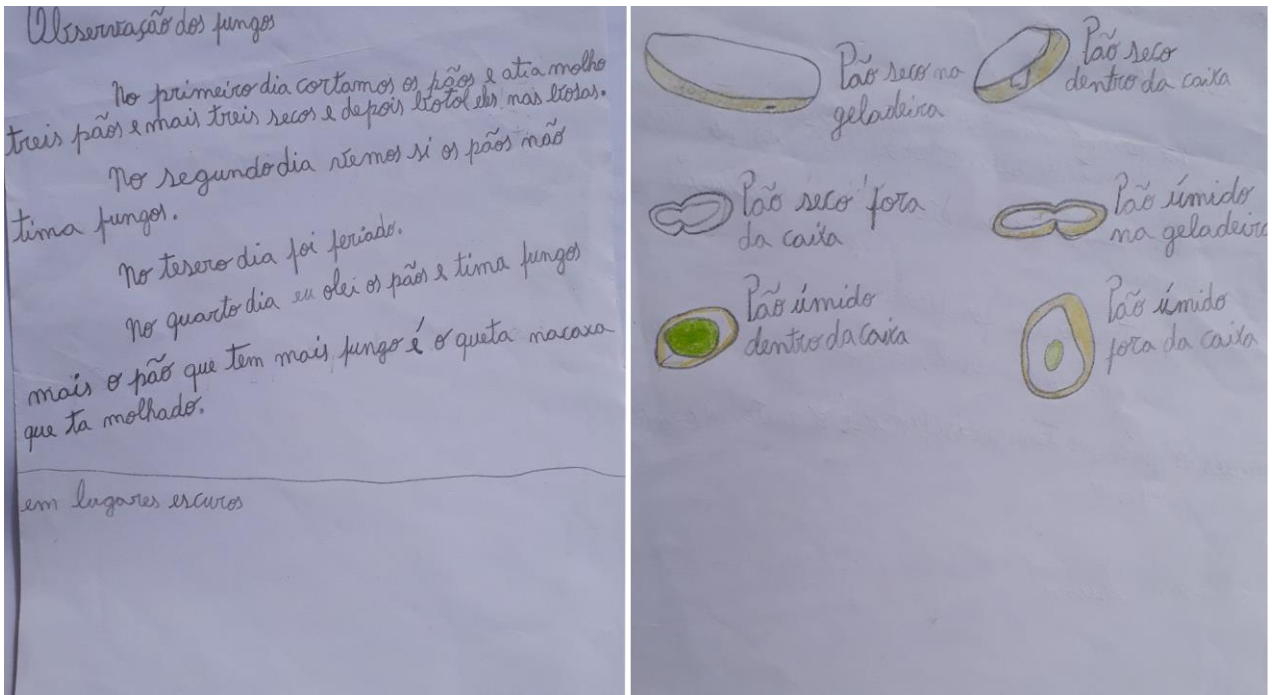


Figura 2- Texto do primeiro grupo.
Fonte: Acervo pessoal das autoras.

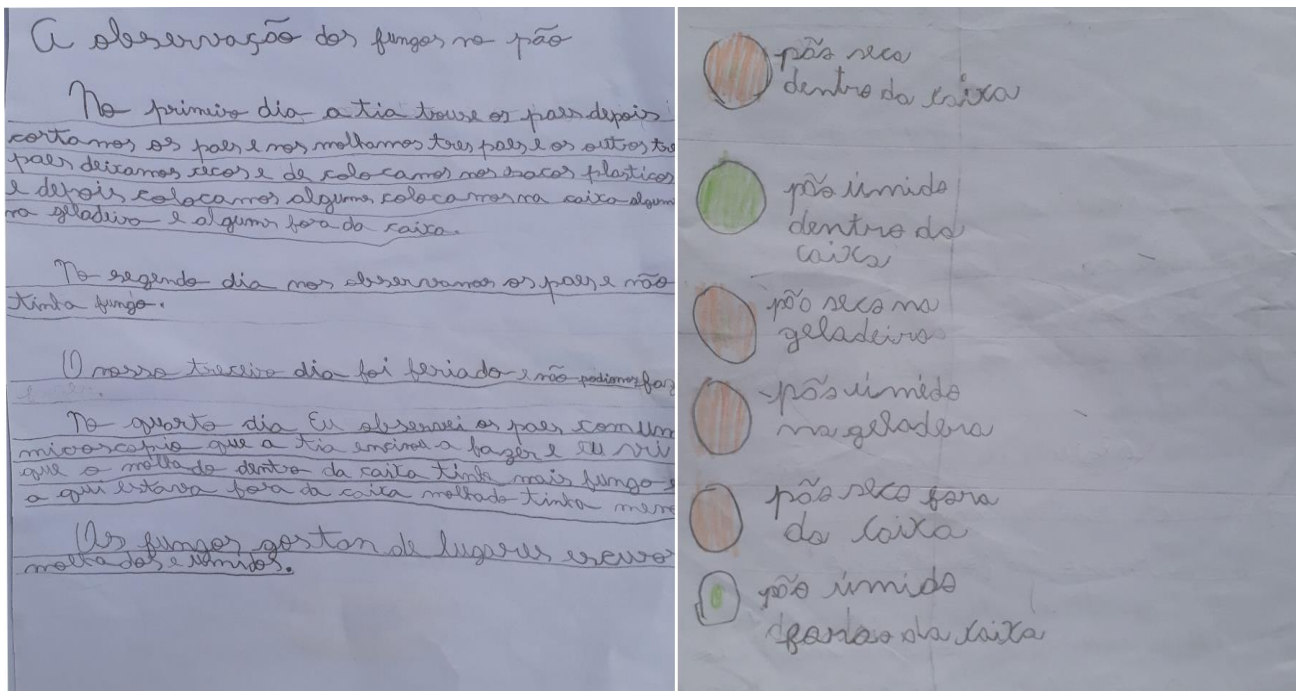


Figura 3 – Texto do quarto grupo.
Fonte: Acervo pessoal das autoras.

Os registros dos textos e desenhos demonstram, de forma concreta, o desenvolvimento do processo de aprendizagem dos estudantes sobre o conteúdo programático que integrou a SEI. Assim, a escrita torna-se parte integrante do desenvolvimento das práticas investigativas. Oliveira (2013) afirma ainda que o fazer ciência não se encerra na realização de observações, no levantamento e na testagem de hipóteses ou na interpretação de dados, vai além. É imprescindível que a atividade científica desenvolva no discente a capacidade de debater ideias e escrever sobre o conteúdo abordado.

Sobre a apropriação do conteúdo intelectual que ocorreu referente à proliferação do bolor no pão é importante considerar as explicações dadas por Piaget (2011) sobre a aprendizagem: só há aprendizagem quando ocorre a acomodação, reestruturação da estrutura cognitiva relacionada aos esquemas de assimilação já existentes.

É, portanto, em termos de equilíbrio que vamos descrever a evolução da criança e do adolescente. Deste ponto de vista, o desenvolvimento mental é uma construção contínua, comparável à edificação de um grande prédio que, à medida que se acrescenta algo, ficará mais sólido, ou à montagem de um mecanismo delicado, cujas fases gradativas de ajustamento conduziram a uma flexibilidade e uma mobilidade das peças tanto maiores quanto mais estável se tornasse o equilíbrio. (Piaget, 2011, p. 04).

Dessa forma, quando organizada, a reestruturação das informações adquiridas permitem a acomodação e o equilíbrio. Na presente pesquisa, esse processo ocorreu de forma gradativa e contínua. Pode-se constatar também que a prática investigativa contribuiu para que o estudante se tornasse ativo no processo de sua própria aprendizagem.

Contexto: sexta aula

Na sexta aula foi abordado o conteúdo programático sobre fermentação. A aula foi iniciada com questionamentos referentes a quais alimentos, com a presença de fungos, as crianças consumiam. O conteúdo dessa discussão está apresentado no quadro 7, abaixo.

Quadro 7 - Discussão sobre o consumo de alimentos com a presença de fungos em seu modo de preparo.

Turnos de fala	Locutor	Falas transcritas	Sujeitos da interação
1	Professora	Diante de tudo que observamos e discutimos, eu quero saber se vocês consomem algum alimento que possui fungos.	Professora-alunos
2	A19	Pão.	
3	Professora	O pão tem fungos?	
4	A4	Tem.	
5	A20	Não, que a gente come.	
6	A4	Meu fio, a gente só não come quando tem o fungo do mofo.	Alunos-alunos
7	Professora	Mas qual outro fungo está presente no pão, A4?	Professora-alunos
8	A15	Na parte onde passa a manteiga.	
9	A4	Não, A15. O fungo tá no pão todo porque tá na massa né, tia?	Alunos-alunos
10	Professora	E como o fungo está presente na massa, A4?	Professora-alunos
11	A4	Esqueci o nome, tia.	

No Quadro 7, pode-se identificar que no momento da discussão, ocorreram interações entre os estudantes. Esse tipo de interação contribui na troca de informações e, conseqüentemente, colabora na construção do conhecimento uns dos outros. Dentro desse contexto, é importante

salientar as colocações apresentadas por A4 que mostrou avanço conceitual sobre os diferentes tipos de fungos: o bolor e o fermento biológico que é constituído pelo fungo *Saccharomyces cerevisiae* utilizado no preparo da massa do pão. Sendo assim, constatada uma conscientização em relação às situações em que os pães são próprios ou impróprios para o consumo.

No que concerne sobre as interações, Vygotsky (2007) explica que um aspecto fundamental do aprendizado é o fato de que ele gera a zona de desenvolvimento proximal, despertando diferentes tipos de processos de desenvolvimento que agem somente por meio das interações das crianças com pessoas em seu ambiente e até mesmo por meio das relações com seus próprios colegas.

Após a discussão apresentada no Quadro 7, foram mostradas, por meio de slides, duas massas de pães que apresentavam aspectos distintos. Em seguida foi questionado sobre quais ingredientes são utilizados no preparo da massa do pão. Os estudantes mencionaram alguns dos ingredientes, inclusive o fermento biológico. Posteriormente, foram realizadas explicações sobre o fungo que constitui o fermento biológico: o *Saccharomyces cerevisiae*. Também foi discutida a forma de armazenamento da massa do pão após seu preparo para que os fungos realizem, de maneira mais eficaz, seu processo de fermentação.

Ao final, foi perguntado sobre o que esse fungo utilizado no preparo da massa do pão tem de diferente daquele fungo que se proliferou quando os pães foram armazenados em sacos plásticos e guardados em diferentes ambientes. As discussões estão apresentadas no Quadro 8, a seguir.

Quadro 8 - Discussão sobre os tipos de fungos.

Turnos de fala	Locutor	Falas transcritas	Sujeitos da interação
1	Professora	Mas o que esse fungo utilizado no preparo da massa do pão tem de diferente daquele que se proliferou quando o pão foi guardado na caixa? Vocês podiam comer aquele pão que estava dentro da caixa?	Professora-alunos
2	Estudantes	Não! (em coro)	
3	Professora	Por quê?	
4	A6	Porque aquele era o bolor e faz mal. Esse que tá na massa ajuda a massa a crescer.	
5	A4	É, tia. Essa é uma das coisas que o padeiro usa na massa pra fazer o pão.	

Ao final da aplicação da SEI, por meio da breve discussão apresentada no Quadro 8, é perceptível a maturação das ideias expressadas. Esse avanço conceitual pode ser atribuído ao processo de mediação realizado pela professora durante aplicação da SEI.

[...] é evidente que o educador continua indispensável, a título de animador, para criar situações e armar os dispositivos iniciais capazes de suscitar problemas úteis à criança, e para organizar, em seguida, contraexemplos que levem à reflexão e obriguem ao controle das soluções demasiado apressadas: o que se deseja é que o professor deixe de ser apenas um conferencista e que estimule a pesquisa e o esforço, ao invés de se contentar com a transmissão de soluções já prontas. (Piaget, 1988, p. 14).

Assim, o papel do professor é provocar situações desafiadoras e desenvolver conhecimentos e habilidades que perpassem o âmbito escolar tanto na resolução de problemas quanto na perspectiva do trabalho em grupo. Em consonância Vygotsky (2007) explica que a internalização, ou seja, a reconstrução interna de uma operação externa de atividades e comportamentos ocorre pela mediação.

Moreira (2017) afirma que ensinar ou, em um sentido mais amplo, educar tem de provocar o desequilíbrio na mente da criança para que ela procure o reequilíbrio, reestruture-se cognitivamente e aprenda. O ensino deve provocar esse processo. Sendo assim, a partir das análises realizadas sobre a aplicação da SEI, o ensino por investigação constitui-se uma abordagem que permite a tomada de consciência dos sujeitos.

5 Considerações finais

O ensino por investigação tem como objetivo tornar os estudantes ativos na construção do próprio conhecimento por meio da resolução de problemas, mediante observação, levantamento e testes de hipóteses, comunicação dos resultados obtidos e produção de textos científicos.

O constructo teórico sobre o ensino por investigação, que integrou este estudo, permitiu ampliação do conhecimento sobre essa perspectiva de ensino. As práticas investigativas aplicadas neste trabalho potencializaram as interações entre professor e estudantes, por meio da mediação, e também intensificaram a relação entre os próprios estudantes.

Foram observados que, no decorrer da aplicação da sequência de ensino, o desenvolvimento da aprendizagem ocorreu de forma gradativa, a partir das questões que integraram a SEI, das observações, questionamentos e realização das atividades investigativas. A título de exemplo, pode-se citar a atividade “Cultivando o bolor no pão”, que exigiu quatro dias para observações. Durante esse período, a apropriação de conceitos se desenvolveu gradualmente. Logo após as discussões, que finalizaram essa prática investigativa, houve a apropriação do conteúdo por grande parte dos estudantes. Esse processo de apropriação, não ocorreu somente nesta atividade, mas também no processo de compreensão sobre como os fungos agem na massa do pão. Nela, os estudantes demonstraram um perfil investigativo ao levantar hipóteses acerca do ingrediente responsável pela fermentação e sobre as condições favoráveis ao crescimento da massa.

Durante as análises, observou-se a importância de considerar as concepções espontâneas dos estudantes, não somente na disciplina Ciências, mas em todas as situações que envolvam o processo de ensino e aprendizagem. Assim, é possível considerar os desequilíbrios cognitivos, mencionados por Piaget (2011), desenvolvidos por meio de dois processos, por ele destacados: assimilação e acomodação. No processo de assimilação, os esquemas anteriores, ou seja, os conhecimentos já existentes que os estudantes trazem para sala de aula buscam acomodar novas informações procurando, dessa forma, o equilíbrio entre os fatores internos e externos. Dentro desse contexto, a mediação realizada pela professora, durante a realização desta pesquisa, foi de fundamental importância.

Por fim, os registros em forma de textos contribuíram para analisarmos, de forma concreta, o desenvolvimento da aprendizagem dos estudantes durante aplicação da SEI. Incitar a produção de textos, principalmente nas séries iniciais, é imprescindível.

REFERÊNCIAS

- ASTOLFI, J.; PETERFALVI, B. & VÉRIN, A. (1998). Como as crianças aprendem as Ciências. Lisboa: Instituto Piaget.
- BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). (2017). Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf
- BORGES, A. T. (2002). Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. Caderno brasileiro, n. 3, 291-313.
- CARVALHO, A. M. P. & GOLÇALVES, M. E. R. (2000). Formação continuada de professores: o vídeo como tecnologia facilitadora da reflexão. Cadernos de Pesquisa, n. 111, 71-94.
- CARVALHO, A. M. P.; VANUCCHI, A.I.; BARROS, M.A.; GONÇALVES, M.E.R. & REY, R.C. (2010). Ciências no Ensino Fundamental. São Paulo: Scipione.
- CARVALHO, A. M. P. (2013). O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. *In*: CARVALHO, A. M. P. (Org.). Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning.
- CARVALHO, A. M. P. (2017). Um ensino fundamentado na estrutura da construção do conhecimento científico. Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas, v. 9, Número Especial.
- COLÔMBIA. MEN – MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. (2013). ¿Los hongos son como los pintan? *In*: COLÔMBIA. MEN. Ministério de Educación Nacional. Secuencias didácticas em ciencias naturales para educación básica secundaria. Bogotá: MEN, 2013. Disponível em: https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles329722_archivo_pdf_ciencias_secundaria.pdf
- LIMA, F. H. (2015). Um método de tradições e análise de vídeos: a evolução de uma estratégia. VII EMEM – Encontro Mineiro de Educação Matemática.
- MOREIRA, A. M. (2017). Teorias da Aprendizagem. 2. Ed. São Paulo: E.P.U.
- OLIVEIRA, C. M. A. (2013). O que se fala e escreve nas aulas de Ciências? *In*: CARVALHO, A. M. P (Org.). Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning.
- PEDASTE, M.; MAEOTS, M.; SIIMAN, L. A.; DE JONG, T.; VAN RIESEN, S. A. N.; KAMP, E. T., MANOLI, C. C.; ZACHARIAS, C. Z. & TSOURLIDAKI, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. Educational Research Review, Elsevier, v. 14, 47-61.
- PIAGET, J. (1969). Sabedoria e ilusões da filosofia. São Paulo: DIFEL.
- PIAGET, J. (1988) Para onde vai a educação? São Paulo: Livraria José Olympo.
- PIAGET, J. (2011). Seis estudos de psicologia. 25. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária.
- SANTOS, F.S.; AGUILAR, J.B.V. & OLIVEIRA, M.M.A. (2010). Biologia: ensino médio. São Paulo: Edições SM.

SASSERON, L. H. (2015). Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v. 17, 49-67.

USBERCO, J.; SALVADOR, E.; SCHECHTMAN, E.; MARTINS, J.M.; FERRER, C. & VELLOSO, H.M. (2011). *Companhia das ciências*. São Paulo: Saraiva.

VALLE, C. (2004). *Vida e ambiente*. Curitiba: Positivo.

VYGOTSKY, L. S. (2007). *A formação social da mente*. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes.

ZÔMPERO, A.F. & LABURÚ, C.E. (2011). Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v. 13, 67-80.