

CONTRIBUIÇÕES DA ENGENHARIA DIDÁTICA COMO METODOLOGIA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS NOS ANOS INICIAIS

THE IMPORTANCE OF DIDACTIC ENGINEERING AS A RESEARCH METHODOLOGY TO THE TEACHING OF SCIENCE IN THE EARLY YEARS

CRISTINA ANGONESI ZBOROWSKI*
ALINE GROHE SCHIRMER PIGATTO**

RESUMO

O objetivo dessa pesquisa foi investigar a contribuição da Engenharia Didática como metodologia para o ensino do conteúdo cadeias alimentares, nos anos iniciais do ensino fundamental. Todas as etapas previstas na Engenharia Didática foram seguidas, quais sejam: análises prévias, construção e análise a priori, aplicação da sequência didática e análise a posteriori e validação. A sequência didática, elaborada a partir das análises prévias, foi composta por oito atividades realizadas no período de outubro e novembro de 2016. Essas atividades buscaram, a partir da utilização de diferentes estratégias, promover a construção do conceito de cadeia alimentar. O confronto entre as análises a priori e as análises a posteriori mostrou que a sequência proposta possibilitou a construção do conceito envolvido na pesquisa. A Engenharia Didática como metodologia para o ensino de Ciências nos anos iniciais contribuiu para um maior aprofundamento das análises prévias, para a avaliação contínua das atividades propostas e, também, para a ponderação das dificuldades ou atitudes dos alunos frente às atividades propostas, permitindo que os mesmos se tornassem protagonistas no processo de aprendizagem.

Palavras-chave: Ecologia. Sequência didática. Cadeia alimentar.

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the importance of Didactic Engineering as a research methodology to the teaching of a specific topic, i.e., food chains in the early years of Elementary School. All the steps of the methodology were followed, namely: preliminary studies, conception and a priori analysis, use of a didactic sequence (experimentation), a posteriori analysis and validation. The didactic sequence was created based on preliminary studies and included eight activities which were carried out in October and November of 2016. These activities aimed to develop the concept of "food chain" through the use of different strategies. The comparison between a priori analysis and a posteriori analysis showed that the proposed sequence has allowed the development of the concept involved in this research. Therefore, the use of Didactic Engineering as a research methodology to teach science in the early years has helped to understand preliminary studies better, evaluate the proposed activities continuously and reflect upon the students' difficulties or attitudes towards the proposed activities, thus allowing them to become protagonists of their learning process.

Keywords: Ecology. Didactic sequence. Food chain.

* Mestre. Instituto Federal Farroupilha - Campus Jaguarí. E-mail: crisazb@yahoo.com.br

** Doutor. Universidade Franciscana. E-mail: agspigatto@gmail.com

INTRODUÇÃO

O ensino de Ciências contribuiu efetivamente para a formação integral dos alunos quando as aulas e as situações de aprendizagem permitem o seu protagonismo e quando promove a investigação e permitem o confronto entre conhecimento do cotidiano e o formal (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011). Borges (2012) destaca que o ensino de Ciências requer um aprender para a vida e não simplesmente para cumprir metas ou programas do sistema de ensino. Além disso, é urgente a necessidade de se adotar metodologias que permitam um constante pensar e repensar o ato de ensinar de modo que o processo de aprendizagem seja efetivado e permanente.

Inspiradas na abordagem metodológica da Engenharia Didática, desenvolvemos uma pesquisa que buscou investigar as contribuições dessa abordagem como metodologia para o ensino do conteúdo cadeias alimentares, nos anos iniciais do ensino fundamental. Para isso, elaboramos, implementamos e analisamos uma sequência didática composta por atividades que buscavam promover a compreensão, por parte dos alunos, do conceito de cadeias alimentares.

Em nosso texto, inicialmente, abordaremos a Engenharia didática enquanto uma metodologia de ensino e pesquisa, após, apresentaremos alguns aspectos relacionados ao estudo de cadeias alimentares nos anos iniciais do ensino fundamental. Seguindo, mostraremos como foi o percurso metodológico adotado nesta pesquisa, os resultados alcançados em todas as etapas que realizamos e, finalmente, teceremos algumas considerações sobre o estudo desenvolvido.

A Engenharia Didática: uma metodologia de ensino e pesquisa

De acordo com Pommer (2013), a Engenharia Didática surgiu em decorrência da vertente conhecida como Didática da Matemática no transcorrer de discussões desenvolvidas no Instituto de Investigação do Ensino de Matemática (IREM), na França, ao final da década de 1980. Ela pode ser considerada uma metodologia de ensino e de pesquisa, pois, de acordo com Carneiro (2005), ela designa produções para o ensino, e também, é considerada uma específica metodologia de pesquisa baseada em experiências de sala de aula. Desta forma, a Engenharia Didática se caracteriza por propor:

[...] uma sequência de aula(s) concebida(s), organizada(s) e articulada(s) no tempo, de forma constante, por um professor-engenheiro para realizar um projeto de aprendizagem para certa população de alunos. No decurso das trocas entre professor e alunos, o projeto evolui sob as reações dos alunos e em função das escolhas e decisões do professor (DOUADY,1993 apud MACHADO, 2002, p. 198).

Segundo Artigue (1996), a criadora, a Engenharia Didática pode ser dividida em quatro fases: análises prévias ou preliminares; construção e análise a priori; aplicação da sequência didática e, análise a posteriori e validação.

Na primeira fase, análises prévias/preliminares, é realizado um estudo do contexto educacional. Artigue (1996) indica que nessa fase o pesquisador faça a análise de três dimensões: a epistemológica, que está associada às características do saber em questão; a didática, que diz respeito à análise do ensino atualmente e os seus efeitos, estudo dos documentos nacionais norteadores e análise dos livros didáticos (que tratam sobre esse assunto) e, a cognitiva, que diz respeito à análise das concep-

ções dos estudantes, dificuldades e obstáculos, diagnóstico sobre quais conhecimentos os alunos já possuem a respeito do tema que será trabalhado.

A segunda fase é a construção e análise a priori, na qual é elaborada a sequência didática que se pretende desenvolver partindo dos conhecimentos que os estudantes já possuem e dos que precisam aprender. Nessa fase, deve ser planejado o número de encontros necessários para a execução da sequência didática, bem como a duração de cada um deles. Artigue (1988) salienta que essa fase comporta uma parte descritiva e outra preditiva, isto é, o pesquisador precisa descrever qual o possível comportamento que o aluno terá frente à atividade que será proposta.

A terceira fase é a aplicação da sequência didática, também chamada de experimentação. É a fase na qual ela será aplicada. As análises prévias e a priori serão avaliadas, corrigindo o que for necessário, pois tudo dependerá da forma como serão conduzidas as atividades pelo docente e pelos alunos envolvidos. Carneiro (2005, p. 14) destaca que “o professor em ação não espera para analisar o trabalho após concluí-lo”. Isso quer dizer que durante a fase de aplicação da sequência didática o pesquisador deve analisar constantemente as atividades que estão sendo desenvolvidas, propondo modificações caso seja necessário. Outra questão importante levantada pela autora é que, durante essa fase, o pesquisador deve coletar e organizar a produção dos alunos, o registro de perguntas, dúvidas e erros constatados durante o acompanhamento de suas ações. A análise desse material será primordial para a etapa da validação.

Finalmente, a quarta fase é a análise a posteriori e validação da atividade proposta. Nessa fase é realizada a análise dos dados obtidos após a aplicação da sequência didática. De acordo com Artigue (1988), esses dados são geralmente completados por outros, obtidos pela utilização de metodologias externas, como questionários, entrevistas individuais ou em pequenos grupos, realizados em diversos momentos do ensino ou a partir dele. As análises de todos os registros serão confrontados com a análise a priori.

De acordo com Souza e Cordeiro (2005):

As principais diferenças entre as pesquisas realizadas dentro de uma Metodologia da Engenharia Didática e outras, na área da didática que não são desenvolvidas por meio desta metodologia, são observadas na profundidade das análises preliminares, e também no fato da validação das hipóteses realizadas sobre o problema da pesquisa serem validadas no confronto entre análise a priori e a posteriori (p. 37-38).

A pesquisa realizada por Guimarães, Barlette e Guadagnini (2015) enumerou características importantes da Engenharia Didática, justificando e incentivando o seu uso para a pesquisa e desenvolvimento na área de ensino de Ciências bem como para a formação de docentes nesta área: I) A sequência de ensino pode ser testada na fase da implementação da experiência da Engenharia e aprimorada por meio de intervenções didáticas interativas; II) A possibilidade de readequação da sequência de ensino para um novo contexto escolar, III) A sequência de ensino resultante leva em conta processos sociais e culturais da sala de aula e os avanços em áreas relacionadas à didática, para que se alcance o sucesso na aprendizagem; IV) A avaliação, como componente necessário da Engenharia Didática, é realizada por meio da comparação entre análise *a priori* e *a posteriori*, contribuindo para o processo reflexivo do professor a respeito da sua própria prática, mediado pela teoria; V) A reflexão proporcionada pelo processo de pesquisa e ação didática da Engenharia contribui para a formação do professor, VI) A Engenharia Didática permite a avaliação do processo de ensino e aprendizagem; VII) O protagonismo do aluno é estimulado, na medida em que ele aceita o desafio de resolver as atividades propostas na sequência de ensino.

Carneiro (2005) afirma que a metodologia da Engenharia Didática exige e organiza a reflexão em diferentes níveis, incluindo a reflexão sobre o conteúdo a ser ensinado, como ele está sendo trabalhado atualmente pelos professores, quais as concepções dos alunos a respeito desse conteúdo e quais atividades podem promover a construção do conhecimento científico.

O estudo de cadeias alimentares nos Anos iniciais do Ensino Fundamental

Atualmente, o Brasil passa por um momento de transição no que se refere a um novo modo de olhar para a educação e as diretrizes que norteiam o ensino nos seus diferentes níveis. Recentemente, foi aprovada a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que foi proposta pelo Ministério da Educação. Nesse documento, o estudo do tema cadeia alimentar está contemplado no 4º ano do ensino fundamental na unidade temática Vida e Evolução, cujo objeto de conhecimento é o estudo das cadeias alimentares simples. As habilidades que precisam ser desenvolvidas pelos alunos são: analisar e construir cadeias alimentares simples, reconhecendo a posição ocupada pelos seres vivos nessas cadeias e o papel do Sol como fonte primária de energia na produção de alimentos; descrever e destacar semelhanças e diferenças entre o ciclo da matéria e o fluxo de energia entre os componentes vivos e não vivos de um ecossistema e relacionar a participação de fungos e bactérias no processo de decomposição, reconhecendo a importância ambiental desse processo. O tema cadeia alimentar faz parte dos conceitos englobados na Ecologia.

A Ecologia é o principal referencial teórico para os estudos ambientais. Em uma definição ampla, essa ciência estuda as relações de interdependência entre os organismos vivos e destes com os componentes sem vida do espaço que habitam, resultando em um sistema aberto denominado ecossistema. Tais relações são enfocadas nos estudos das cadeias e teias alimentares, dos níveis tróficos (produção, consumo e decomposição), do ciclo dos materiais e fluxo de energia, da dinâmica das populações, do desenvolvimento e evolução dos ecossistemas. Em cada um desses capítulos lança-se mão de conhecimentos da Química, da Física, da Geologia, da Paleontologia, da Biologia e de outras ciências, o que faz da Ecologia uma ciência interdisciplinar (BRASIL, 1997).

Em nossa pesquisa, o foco do estudo foram as cadeias alimentares. Segundo Odum e Barret (2014), cadeia alimentar é a transferência de energia alimentar da sua fonte nos autótrofos (plantas), por meio de uma série de organismos que consomem e são consumidos. A cada transferência energética, uma proporção de até 80% ou 90% (energia potencial) é perdida como calor. Sendo assim, quanto mais curta for a cadeia alimentar, ou seja, quanto mais próximo o organismo estiver do produtor (plantas), maior será a energia disponível para ele. Porém, enquanto a quantidade de energia diminui a cada transferência, aumenta a qualidade ou a concentração de energia que é transferida. As cadeias alimentares não são sequências isoladas e, quando acontece à ligação entre as cadeias, as denominamos de teias alimentares.

Nível trófico é o termo utilizado para determinar onde o ser vivo se encontra na cadeia alimentar e está associado com a obtenção de alimentos pelos indivíduos. De acordo com Odum (2004), uma cadeia alimentar pode apresentar 4 níveis tróficos:

(...) as plantas verdes (o nível produtor) ocupam o primeiro nível trófico, os comedores de plantas, o segundo nível trófico (o nível dos consumidores primários), os carnívoros que comem os herbívoros, o terceiro nível (o nível dos consumidores secundários), e os carnívoros secundários o quarto nível (o nível dos consumidores terciários) (p. 97).

O último elo da cadeia alimentar é formado pelos organismos chamados de decompositores. Esses organismos se alimentam de outros seres vivos, como restos de plantas e animais mortos, ou seja, são responsáveis pelo processo de decomposição da matéria orgânica, transformando-a em nutrientes minerais que se tornam novamente disponíveis na natureza. Existem diferentes seres vivos que realizam o processo de decomposição na cadeia alimentar, como os insetos detritívoros (formiga, larva de mosca), aves (urubus, abutres) e pelas bactérias e fungos (BEGON, 2007).

De acordo com Odum (2009, p. 13):

[...] trabalhos recentes mostraram que, em alguns ecossistemas, os animais são mais importantes na decomposição da matéria orgânica do que as bactérias e fungos. Portanto, é preferível não utilizar o termo 'decompositor' para nenhum grupo de organismos em particular, mas considerar a 'decomposição' um processo que envolve toda a biota, além de processos abióticos.

Cabe ressaltar que esta classificação trófica é de função e não de espécies como tais (ODUM, 2009), sendo assim, os seres vivos podem ocupar diferentes níveis tróficos dependendo da sua dieta alimentar; o homem, por exemplo, pode ocupar o segundo nível trófico, caso se alimente apenas de vegetais, ou pode estar no terceiro nível trófico, se consumir um herbívoro, como o boi.

A partir destas considerações, percebemos que os assuntos relacionados à Ecologia podem ser um tanto abstratos e complexos, ainda mais quando são trabalhados nos anos iniciais do ensino fundamental. Fazer com que o aluno compreenda, e não apenas memorize um conceito, é um desafio para o professor como mediador do processo educativo. Para Seniciato e Cavassan (2009) o ensino dos ecossistemas, considerando-se todos os níveis de formação, deve abranger não só o conhecimento sobre a dinâmica das intrincadas relações entre seres vivos e ambiente, mas também a formação de valores humanos que irão nortear nossa conduta, nosso pensamento e, portanto, nossas decisões sobre a utilização (ou a conservação) dos recursos naturais.

A compreensão dos conceitos básicos da Ecologia nos anos iniciais poderá facilitar o estudo de questões mais complexas nos anos escolares seguintes, assim como possíveis equívocos e dúvidas que não forem sanadas nessa etapa também irão acompanhar esse aluno dificultando o processo de aprendizagem. Já em 1998, os PCN apontavam que

os conceitos centrais da Ecologia, como nas demais Ciências Naturais são construções teóricas. Este é o caso das cadeias alimentares, dos ciclos dos materiais, do fluxo de energia, da adaptação dos seres vivos ao ambiente, da biodiversidade. Eles não podem ser vistos diretamente; só podem ser interpretados a partir de evidências. São ideias construídas com o auxílio de outras mais simples, de menor grau de abstração, mais próximas da percepção, e que podem, ao menos parcialmente, ser objeto de investigação por meio da observação e da experimentação diretas (BRASIL, 1998, p. 43).

Para auxiliar nessa situação, Barman, Griffiths e Okebukola (1995), que estudaram os conceitos de cadeia e teia alimentar, consideram muito importante nesse processo de ensino e aprendizagem reconhecer os conceitos prévios dos alunos, para que o professor possa concentrar-se nos tópicos que apresentarem maiores dificuldades. Além disso, os alunos têm oportunidade de refletir sobre suas próprias ideias e os professores, por sua vez, podem usar essa oportunidade para contrapô-las com as aceitas pela ciência.

A APLICAÇÃO DA ENGENHARIA DIDÁTICA: CAMINHOS PERCORRIDOS E RESULTADOS OBTIDOS

A pesquisa foi realizada com três turmas de estudantes do 4º ano do ensino fundamental, de uma escola da rede privada de ensino do município de Santa Maria/RS, totalizando aproximadamente 80 alunos. Trata-se de uma pesquisa de abordagem qualitativa, ancorada nos preceitos metodológicos da Engenharia Didática.

A pesquisa qualitativa, de acordo com Silveira e Córdova (2009), não se preocupa com representatividade numérica, mas sim, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização, etc. Para Minayo (2001), esse tipo de pesquisa ocupa-se com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos.

A metodologia da Engenharia Didática compreende quatro fases: análises preliminares; concepção e análise a priori; aplicação da sequência didática; análise a posteriori e validação. A seguir, abordaremos como essas fases foram desenvolvidas em nossa pesquisa.

Análises preliminares

Nessa fase, contemplamos o estudo da dimensão didática e da dimensão cognitiva. Em relação à dimensão didática, fizemos o estudo do livro didático adotado pela escola e realizamos uma entrevista com a professora responsável pelas turmas que participaram do estudo. Para contemplar a dimensão cognitiva, realizamos, com os estudantes, uma atividade prática em um espaço não formal¹ com o objetivo de averiguar os seus conhecimentos prévios a respeito do tema cadeias alimentares.

Dimensão didática: apreciação do livro didático

Para a apreciação do livro didático realizamos uma observação geral de todos os capítulos e tópicos e, aqueles que contemplavam a temática do nosso estudo foram lidos integralmente. Para balizar nossa leitura e auxiliar na obtenção de informações pontuamos duas questões norteadoras: a) Como o livro aborda o tema cadeia alimentar? b) Qual o conceito de cadeia alimentar apresentado pelo livro?

O livro didático (LD) adotado pelo Colégio tem como título 'Buriti Ciências 4' foi concebido, desenvolvido e produzido pela editora Moderna. O LD possui 176 páginas e está dividido em nove unidades, sendo que em cada unidade são trabalhados temas que possuem relação entre si. Esse é um formato próprio do livro, em que "cada tema é desenvolvido sempre em duas páginas do livro, página esquerda e página direita de tal forma que o estudante pode abrir o livro sobre a carteira e ficar com todo o conteúdo e as atividades relativas ao tema à sua frente durante a aula" (BRASIL, 2012, p. 96).

De acordo com Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) ainda é bastante consensual que o LD continua predominando como principal instrumento de trabalho do professor. Porém, ele não deve ficar refém desse único recurso.

O LD adotado pelo Colégio apresenta os principais conceitos relacionados aos assuntos trabalhados de modo sequencial, respeitando uma ordem de complexidade e contextualização. Não está sobrecarregado de informações teóricas e valoriza os conhecimentos prévios dos alunos no início das discussões de cada unidade, tornando-se um material didático agradável para o estudo. No livro da coleção Buriti, adotado, questionamos, por exemplo, o conceito que os autores apresentam de

¹ Adotamos a definição de Jacobucci (2008) que diz que espaços não formais de ensino são espaços que estão além dos muros da escola.

cadeia alimentar: sequência de quem como o que? Embora o conceito esteja apresentado de maneira simples, consideramos um tanto quanto básico para alunos do 4º ano. Oliveira et al. (2003, p. 8), por exemplo, apresentam o conceito de cadeia alimentar como “uma sequência de organismos onde um serve de alimento para o outro, a partir do produtor” Para esses autores, quando o conceito de cadeia alimentar é apresentado com essas palavras tornam-se implícito os conceitos de fluxo de energia e ciclo de materiais. Consideramos importante que o aluno entenda que a cadeia alimentar compreende a relação alimentar entre os seres vivos, que ela tem nos organismos produtores o seu início, que em cada nível trófico existe transferência de energia e essa energia é que mantém a vida. Além disso, as cadeias alimentares representam um ciclo de matéria, a qual pode ser reciclada, ao contrário da energia, que é degradada sob a forma de calor e não poderá ser reaproveitada. Nesse sentido, salientamos que o livro didático adotado não contempla o conceito de teias alimentares, sendo que esse conceito é importante, pois as teias alimentares representam uma situação verdadeira, encontrada em um ecossistema, ou seja, várias cadeias alimentares conectadas simultaneamente.

Dimensão didática: entrevista com a professora regente

Uma entrevista com a professora responsável pela disciplina de Ciências das turmas do 4º ano foi a atividade inicial que nos conduziu e, de certa forma, preparou para a realização das atividades da pesquisa. A entrevista foi semiestruturada com três questões norteadoras. A primeira dizia respeito ao perfil geral das turmas; a segunda, investigava as metodologias e estratégias de ensino que eram utilizadas na disciplina de Ciências e, a terceira, buscava compreender como os conteúdos, especificamente, relacionados à Ecologia, eram trabalhados.

No Colégio em que a atividade foi realizada havia, no ano de 2016, (ocasião em que a presente pesquisa de mestrado foi realizada) três turmas de 4º ano, uma com aulas no turno da manhã com 31 alunos e duas com aulas no turno da tarde, com 25 e 23 alunos. A faixa etária dos alunos variava entre 9-11 anos. Na entrevista a professora mencionou que em todas as três turmas, os alunos eram, de modo geral, bastante agitados e participativos e apreciavam atividades diversificadas e de desafios.

Com relação às metodologias e estratégias de ensino utilizadas na disciplina de ciências, a professora mencionou buscar interligar teoria e prática no planejamento de suas aulas; despertar o interesse dos alunos pela ciência, levando para a sala de aula assuntos atuais, como a doação de órgãos, o avanço da tecnologia em benefício da saúde das pessoas, a preservação dos recursos naturais para o bem do planeta, etc. Comentou sobre a importância do planejamento prévio das atividades, porém destacou sua flexibilidade pelo professor, como uma característica relevante, pois geralmente existe a necessidade de adaptações e, até mesmo, alterações no planejamento.

No que tange a avaliação, a professora enfatizou que realiza provas, testes, trabalhos e a participação dos alunos em aula também fazem parte desse processo. Essa variedade de instrumentos avaliativos garante que nenhum aluno seja prejudicado caso ele não consiga ir muito bem em uma única prova, por exemplo. Afirma que o aluno aprende mais fazendo, pesquisando, escrevendo e realizando exercícios. Também, destacou que eles aprendem muito com os outros colegas e que os trabalhos em dupla ou em grupo precisam ser estimulados, pois além de motivá-los na realização de atividades promove a construção do conhecimento por meio da reflexão e da troca de ideias.

A respeito do trabalho realizado sobre os conteúdos de Ecologia, a professora salientou que os alunos adoram assuntos relacionados ao meio ambiente, ao ecossistema, as relações alimentares

entre os seres vivos e outras relações chamadas de harmônicas e desarmônicas. A docente relatou que o conteúdo cadeias alimentares já havia sido desenvolvido com as turmas de forma teórica por meio do livro didático.

Na perspectiva das análises preliminares, primeira fase da Engenharia Didática, tanto a análise do livro didático quanto a entrevista realizada com a professora regente das turmas foram fundamentais para a tomada de decisões quanto à organização da atividade realizada para a contemplação da dimensão cognitiva.

Dimensão cognitiva: uma atividade em espaço não-formal

Para contemplar a dimensão cognitiva realizamos uma atividade prática em um espaço não formal com o objetivo de averiguar os conhecimentos prévios a respeito do tema cadeias alimentares. Tendo como motivação as informações obtidas no estudo da dimensão didática, planejamos realizar, com os alunos, uma atividade diferenciada, no sentido de ser, ao mesmo tempo, uma proposta encantadora e motivadora. Na entrevista com a professora havíamos visto que o conteúdo 'Cadeias alimentares' já havia sido trabalhado de forma teórica, em sala de aula, com o livro didático. Assim, definimos pela realização de uma atividade prática na qual os alunos tivessem que reconhecer, em um ambiente natural, os seres vivos e, a partir desses seres vivos reconhecidos, estabelecer uma cadeia alimentar. Para isso, definimos que a atividade seria realizada em um espaço não formal e que utilizaríamos o recurso da fotografia para o registro dos seres vivos.

O espaço não formal utilizado para a realização da atividade foi um sítio. A escolha desse local se deu pelo fato de que ele já era conhecido pelos alunos, uma vez que é um local onde diferentes atividades vinculadas ao Colégio são realizadas. De acordo com Pin (2014) os espaços não formais contribuem para o processo ensino e aprendizagem, na medida em que materializam a riqueza cognitiva, física, social e cultural que compõe o arcabouço teórico-conceitual dos alunos. Esses ambientes podem romper a formalidade do espaço escolar.

Julgamos que a fotografia seria um recurso que chamaria atenção dos alunos e que demandaria deles envolvimento para com a atividade, os tornariam protagonistas, uma vez que eles seriam responsáveis pelos registros das imagens que seriam utilizadas no trabalho. Ademais, analisando o que eles fotografariam e como organizariam uma cadeia alimentar, a partir dos registros fotográficos feitos, poderíamos verificar sua compreensão em relação ao tema estudado. A fotografia é uma ferramenta que vem sendo utilizada no processo ensino e aprendizagem, sendo considerada "[...] um instrumento de grande importância pedagógica e muitas vezes essencial para diversas áreas de ensino" (BORGES; ARANHA; SABINO, 2010, p. 150).

Assim, para instrumentalizar os alunos para a atividade prática que seria conduzida no sítio, propusemos a realização de uma oficina de fotografia que foi realizada para cada uma das três turmas do 4º ano. Nessa oficina (ministrada por uma professora e jornalista convidada) os alunos tiveram a oportunidade de aprender sobre questões técnicas relacionadas à fotografia como: composição, enquadramento e regra dos terços. A composição se refere a tudo aquilo que o fotógrafo quer que apareça na foto e isso envolve o processo de escolha do que vai aparecer e do que não vai aparecer na foto, ou seja, de tudo que irá compor a sua foto. O enquadramento diz respeito ao posicionamento dos elementos que o fotógrafo decidiu deixar no cenário a ser fotografado. A regra dos terços é utilizada quando o fotógrafo quer dar destaque a algum elemento da foto, sendo que esse elemento que ele pretende enfatizar não deve estar no centro da foto. Além disso, os alunos conheceram e apren-

deram a manusear uma câmera fotográfica digital (Sony DSC-HX300 - 20.4 MP / Zoom Óptico 50x) que seria utilizada na atividade prática.

A oficina despertou curiosidade e empolgação. Ao final de cada oficina, os alunos receberam a informação de que fariam uma atividade prática no sítio e que, nessa atividade, integrariam conhecimentos sobre a fotografia e conhecimentos de Ciências.

A atividade prática no sítio foi realizada nos dias 10 (manhã e tarde) e 14 de outubro (tarde) de 2016, datas de visitas ao sítio que já estavam contempladas no calendário de atividades do Colégio. Antes do deslocamento, ainda em sala de aula, as turmas foram divididas em quatro equipes: amarela, laranja, branca e verde. Cada equipe contou com o apoio de uma orientadora. Foi explicado para os alunos que a atividade no sítio aconteceria em dois momentos: o primeiro momento era o registro de imagens de seres vivos, por meio da fotografia, e o segundo momento, era a elaboração de um cartaz pelo grupo.

No sítio, cada equipe teve um tempo de, aproximadamente, 30 minutos para fotografar seres vivos. E, após a atividade de fotografar, cada equipe se reuniu com a sua respectiva orientadora para dar início ao segundo momento da atividade, em que os alunos anotaram, em um papel pardo, os seres vivos que foram fotografados e responderam a seguinte questão: É possível construir uma cadeia alimentar com esses seres vivos que foram fotografados? Após responder esse questionamento os alunos foram desafiados a construir uma cadeia alimentar.

Todas as equipes conseguiram realizar a tarefa, porém, verificamos algumas fragilidades conceituais: não iniciaram a cadeia alimentar com um produtor; iniciaram a cadeia alimentar com o ser humano; não estabeleceram a devida relação entre produtores, consumidores e decompositores. Além disso, em alguns momentos surgiram dúvidas com relação à alimentação daqueles seres vivos que as equipes fotografaram, por exemplo, os alunos que fotografaram uma galinha e uma joaninha, tentaram estabelecer uma relação alimentar entre esses dois seres vivos, porém não tinham certeza se a galinha se alimentava da joaninha.

De modo geral, todas as equipes fotografaram o fungo conhecido popularmente como orelha-de-pau e o reconheceram como um decompositor, por fazer parte do reino Fungi. Além disso, inseriram esse ser vivo como o último componente da cadeia alimentar, pois, sendo um decompositor ele finaliza a cadeia. Porém, destacamos que uma equipe registrou uma bergamota caída ao chão e reconheceu que ela estava em processo de decomposição. Com relação a esse processo de decomposição Odum (2009, p. 13) salienta que “[...] trabalhos recentes mostraram que, em alguns ecossistemas, os animais são mais importantes na decomposição da matéria orgânica do que as bactérias e fungos”. Portanto, é preferível não utilizar o termo ‘decompositor’ para nenhum grupo de organismos em particular, mas considerar a ‘decomposição’ um processo que envolve toda a biota, além de processos abióticos.

Como citado anteriormente, alguns grupos registraram frutos em processo de decomposição. Em uma só foto já estava ilustrada uma relação alimentar (Produtores e decompositores). Praticamente, todas as equipes conectaram os seres vivos da cadeia alimentar por meio de setas, porém uma equipe não fez nenhuma ligação entre os seres vivos e outra fez a conexão por meio de traços.

A elaboração e aplicação da sequência didática

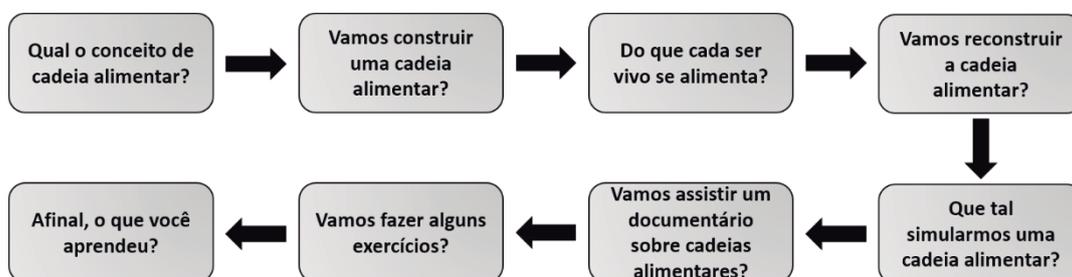
Seguindo as fases da Engenharia Didática, temos a construção e análise a priori (segunda fase), a aplicação da sequência didática (terceira fase) e a análise a posteriori e validação (quarta fase). Essas fases serão apresentadas ao longo de um item único, pois, embora sejam consideradas

distintas, uma vez que apresentam objetivos bastante específicos, acontecem concomitantemente na prática da sala de aula.

Assim, iniciamos esse item retomando a segunda fase da Engenharia Didática, a qual se refere à construção e análise a priori. Nessa fase foi elaborada a sequência didática desenvolvida com os alunos. Essa diz respeito a um conjunto de atividades, estratégias e intervenções planejadas que objetivam o entendimento sobre certo conteúdo ou tema de Ciências, no caso de nossa pesquisa, cadeia alimentar. Nessa fase, além da elaboração da sequência didática propriamente dita, também previmos o número de encontros necessários para a execução de cada atividade. Uma vez que a análise a priori tem uma parte descritiva e outra preditiva, para cada uma das atividades propostas na sequência didática, foram elencados os prováveis comportamentos dos alunos frente às possíveis facilidades e/ou dificuldades que poderiam encontrar no desenvolvimento das mesmas. Ou seja, nesta fase o professor precisa, ao pensar nas atividades que proporá para seus alunos, refletir sobre quais serão as possíveis dificuldades e facilidades que eles encontrarão para realizá-las.

A sequência didática foi pensada a partir dos resultados da entrevista realizada com a professora regente das turmas, da análise do livro didático e da atividade realizada no sítio. Inicialmente ela estava composta por cinco atividades, porém, a medida que as atividades foram sendo desenvolvidas e, a partir da análise *a posteriori*, que algumas das atividades propostas não foram suficientes para esclarecer e permitir que os alunos se apropriassem do conceito trabalhado, uma vez que, durante a apresentação e os relatos dos alunos evidenciamos algumas inconsistências. Assim, a sequência didática aplicada teve oito atividades, pois, no decorrer do desenvolvimento da sequência didática três novas atividades foram propostas.

Figura 1 - Sequência didática



Fonte: elaborado pelas autoras

A aplicação de uma sequência didática é uma das fases primordiais na metodologia da Engenharia Didática, pois cada atividade proposta está balizada por uma análise a priori e a posteriori, sendo que a validação da sequência didática ocorre por meio do confronto entre as duas análises.

Assim, será apresentada cada uma das atividades da sequência didática, destacando, o objetivo da atividade, sua descrição e, as análises *a priori* e *a posteriori*.

Atividade 1 - Qual o conceito de cadeia alimentar?

Esta atividade foi proposta com o objetivo de permitir aos alunos a elaboração do conceito de cadeia alimentar. A atividade foi realizada em sala de aula com os mesmos grupos que formaram as

equipes de trabalho no sítio, uma semana após a atividade do sítio. Cada grupo recebeu uma folha com o seguinte questionamento: Qual o conceito de cadeia alimentar? Solicitamos que os alunos descrevessem, da maneira como preferissem (por meio da escrita ou do desenho) o máximo de informações possíveis sobre cadeia alimentar. Após a construção do conceito houve um momento de socialização, no qual cada grupo expôs seu conceito para os demais colegas e as pesquisadoras e professoras fizeram intervenções com questionamentos e ponderações.

Na ocasião da proposição dessa atividade, durante a fase de construção e análise *a priori*, previmos que os alunos não teriam dificuldades em realizar a atividade. Esperávamos que os alunos mencionassem que a cadeia alimentar é uma interação alimentar entre seres vivos e que eles se lembrariam dos diferentes níveis tróficos. Previmos que os alunos provavelmente, não se reportariam a transferência de energia que ocorre entre os níveis tróficos e que se reportariam aos exemplos de cadeias alimentares vistos no sítio.

A análise *a posteriori* não confirmou as previsões da análise *a priori*. De modo geral, os alunos apresentaram dificuldades em definir cadeia alimentar. Apenas um grupo fez menção ao fato de que o consumo do alimento está relacionado à transferência de energia. De modo superficial, os grupos fizeram referência aos níveis tróficos envolvidos na cadeia alimentar, ou seja, identificaram os produtores, consumidores e decompositores. Os grupos que desenharam a cadeia alimentar estabeleceram, corretamente, a relação entre os seres vivos da cadeia por meio das setas, embora sem demonstrar conhecimento em relação ao significado do uso desse símbolo. Oliveira et al. (2003) verificou, em seu estudo, que os alunos de 4ª série do ensino fundamental (atual 5º ano), por conhecimentos anteriores, já utilizavam as setas que representam o fluxo de energia, mesmo sem saber sua função. Ou seja, os alunos já tinham noções do modelo científico. Porém, os autores destacam que isso não foi suficiente para a situação didática em desenvolvimento, pois o objetivo era ensinar o conteúdo cadeias alimentares, seus conceitos e teorias científicas envolvidas, corroborando com o nosso estudo.

Observamos que as cadeias alimentares construídas pelos alunos foram semelhantes às representações comumente utilizadas nos livros didáticos. Para Oliveira et al. (2003), o professor ao trabalhar o conteúdo cadeia alimentar, usualmente inicia esse estudo a partir de um modelo, tendo implícito implícita a “organização” de uma sequência de seres vivos, que se relacionam de forma natural em busca de alimento para sua sobrevivência. Para esses autores, “a cadeia alimentar é uma representação conceitual esquemática de uma situação real, na qual há uma sequência de seres vivos relacionados unidirecionalmente pelo fluxo de energia” (OLIVEIRA et al., 2003, p. 2). Portanto, o fato dos alunos utilizarem modelos considerados “padrão” de representação de cadeia alimentar é algo compreensível e aceitável já que faz parte do processo de aprendizagem desse conteúdo.

Atividade 2 - Vamos construir uma cadeia alimentar?

Essa atividade foi proposta logo após a atividade 1 e teve como objetivo oportunizar aos grupos a construção de cadeias alimentares utilizando as fotografias que foram tiradas no sítio.

Para a realização dessa atividade, cada grupo recebeu uma folha papel cartão de 90x60cm e um envelope com as fotografias que registrou no sítio. Eles foram desafiados a construir, em grupo, uma cadeia alimentar utilizando as suas fotos. Oliveira et al. (2003) salientam que é interessante o professor, ao trabalhar o conteúdo cadeias alimentares, proponha sua construção coletiva, a partir de organismos conhecidos pelos alunos sem se prender nos modelos presentes nos livros didáticos, pois somente modelos construídos por meio da intuição e da razão e submetidos à prova

da experiência foram bem-sucedidos, e, sobretudo são suscetíveis de serem corrigidos, segundo a necessidade. Ou seja, essa atividade estava de acordo com a sugestão de Oliveira et al. (2003), pois os alunos tiveram a oportunidade de criar os seus próprios modelos sem se preocupar em seguir “um modelo padrão”. A atividade teve a duração de aproximadamente 20 minutos e foi realizada na sala de multimídia, um espaço adequado para a realização das tarefas, pois os alunos ficaram sentados no chão ao redor do cartaz e conseguiram interagir e conversar sobre como construiriam a cadeia alimentar. Após a elaboração dos cartazes os alunos socializaram com a turma o trabalho realizado.

Para a realização dessa atividade, previmos que os alunos não teriam dificuldades de organizar a sequência de seres vivos em uma cadeia alimentar; a iniciariam com os seres produtores; e utilizariam todos os seres vivos fotografados no sítio. A dificuldade prevista foi o fato de não conhecerem, especificamente, a alimentação de alguns seres vivos que fotografaram.

A análise *a posteriori* nos mostrou que, de maneira geral, todos os grupos conseguiram construir as cadeias alimentares com êxito e com os seres vivos fotografados no sítio. Inclusive, alguns grupos, avançaram e construíram teias alimentares. Os alunos não apresentaram dificuldade em iniciar a cadeia alimentar com os produtores, nenhum grupo deixou de fora as plantas que foram fotografadas no sítio. Alguns grupos lembraram das cadeias alimentares construídas no sítio, no entanto, vários criaram mais relações entre os seres vivos fotografados do que na atividade no sítio, ou seja, em sala de aula os estudantes utilizaram o máximo de fotos possíveis e avançaram em comparação com a atividade prévia. Como havíamos previsto, alguns grupos não conheciam a alimentação de alguns seres vivos fotografados o que se constituiu, em alguns momentos, em uma dificuldade para a realização da atividade.

Atividade 3 - Do que cada ser vivo se alimenta?

A atividade 3 foi conduzida para que os alunos tivessem a oportunidade de pesquisar sobre a alimentação dos seres vivos que foram fotografados no sítio. Para a realização da atividade, em sala de aula, os alunos receberam as orientações sobre a condução da pesquisa que seria realizada no Laboratório de Informática e o trabalho seria feito em dupla. Cada dupla deveria pesquisar na internet sobre a alimentação de um ser vivo que foi fotografado no sítio, anotar em uma folha as informações obtidas e entregar para a professora-pesquisadora que organizaria as informações de todas as duplas. Os seres vivos que os alunos pesquisaram foram: ganso, galinha, cachorro, mosca, joaninha, formiga, abelha, sapo, mosquito, roseira, pássaro, alface, orelha-de-pau, orquídea. A escolha pelos seres vivos que iriam pesquisar foi uma decisão das próprias duplas.

Para essa atividade esperávamos que os alunos não tivessem dificuldades em encontrar as informações sobre a alimentação dos seres vivos na internet. E, conforme previmos, eles encontraram com facilidade as informações. Porém, tiveram dificuldades em selecionar as informações mais adequadas devido às inúmeras possibilidades de sites disponíveis para consulta. Outro aspecto que não havíamos pensado *a priori* foi o fato de que o uso de nomes populares (cachorro, galinha, joaninha, entre outros) dos seres vivos ocasionaria algumas dificuldades para a busca de informações. No momento da realização da atividade houve a necessidade de várias mediações por parte da pesquisadora e da professora.

Atividade 4 - Vamos reconstruir a cadeia alimentar?

A atividade 4 teve por objetivo possibilitar aos alunos terem uma nova oportunidade de revisar, estudar e reconstruir a cadeia alimentar.

A partir dos resultados encontrados na atividade anterior, *a posteriori* percebeu-se que era necessário promover um momento de socialização do trabalho que foi desenvolvido no laboratório de informática. Para isso, compilou-se as respostas dos alunos e compartilhou-se as informações a respeito da alimentação dos seres vivos por meio de uma aula expositivo-dialogada. A professora-pesquisadora registrou no quadro a alimentação dos seguintes: ganso, galinha, cachorro, mosca, joaninha, formiga, abelha, sapo, mosquito, roseira, pássaro, alface, orelha-de-pau, orquídea e solicitou anotarem no caderno. Para Astolfi, Peterfalvi e Vérin (1998, p. 176), o fato da professora-pesquisadora registrar as informações no quadro é “tomado como um sinal de que ela leva a sério aquilo que os alunos dizem, sem fazer juízos de valor”. Como cada dupla pesquisou sobre um ser vivo, eles não teriam acesso à pesquisa das outras duplas se não acontecesse esse momento de socialização. Após o registro no caderno, todas as equipes se reuniram, novamente, e revisaram os cartazes que foram construídos, apresentando para toda turma, agora com mais clareza de que as relações alimentares construídas estavam corretas.

Prevíamos, para essa atividade, que alguns grupos, após a pesquisa no Laboratório de Informática, pudessem modificar algumas relações alimentares estabelecidas ou, ainda, construísem outras relações não pensadas em um primeiro momento.

Verificamos que a maioria dos grupos realizou as associações corretamente, apesar de ter comentado em atividades anteriores que não tinham certeza a respeito da alimentação de alguns seres vivos que foram fotografados. Alguns modificaram seus cartazes com o intuito de estabelecer novas relações alimentares.

Atividade 5 - Que tal simularmos uma cadeia alimentar?

Essa atividade teve como objetivo ratificar o conceito de cadeias e averiguar se os alunos conseguiriam construir uma utilizando outros seres vivos.

Nessa atividade os alunos foram dispostos em círculo no pátio da escola. A professora-pesquisadora ficou no seu centro com um rolo de barbante e entregou para cada aluno uma plaquinha presa a um barbante com o nome popular de um ser vivo. Os escolhidos para essa dinâmica incluíam os organismos que os alunos fotografaram além de outros que fazem parte do cotidiano. A professora-pesquisadora deu início à atividade fazendo a seguinte pergunta: - Com quem começa a cadeia alimentar? Esperávamos que os alunos concluíssem que o primeiro nível trófico é formado pelos produtores, que são autótrofos, e que indiquem um aluno portador de uma placa com o nome de alguma planta. Esse aluno segurará a ponta do barbante e, por meio do consenso do grupo se estabelecerá a conexão com o segundo elo da cadeia, que será um consumidor primário. O rolo de barbante agora estará de posse do consumidor primário, mas ainda conectado com o produtor.

As relações vão se estabelecendo até que cheguem ao ser vivo que é o último elo da cadeia, sendo que, assim, essa cadeia estará terminada. Ao longo dessa atividade várias cadeias alimentares são formadas. Após a formação de cada uma, corta-se o barbante e outra cadeia começa a ser formada da mesma maneira que a primeira. Posteriormente, inter-relacionamos as cadeias, por exemplo, usando o mesmo produtor, porém conectado a outro consumidor primário; esse, por sua vez, estabelecerá conexão com outro consumidor secundário e assim por diante. Dessa maneira, os alunos começaram a perceber a construção de uma teia que representava a relação entre todos os seres vivos.

Após a construção de uma grande teia alimentar, simulamos uma poluição no ambiente, jogamos garrafas descartáveis, papel e isopor no centro das cadeias alimentares que foram estabelecidas

e fizemos a seguinte pergunta: - O que pode acontecer com os seres vivos que estão nesse ambiente poluído? No momento que os alunos foram dizendo que os organismos poderiam morrer, fomos cortando os elos da cadeia e explicando a interdependência de todos os seres vivos e que a poluição causa um desequilíbrio no ecossistema, pois cada ser vivo que morre pela ação do homem pode comprometer outro ser vivo que se alimenta dele e assim sucessivamente, afetando dessa forma toda a teia alimentar.

Após a dinâmica os alunos foram encaminhados para a sala de aula e tiveram que escrever um breve relato de como foi a atividade, apontando qual ser vivo representou na cadeia e como foi o desdobramento da dinâmica.

Para essa atividade previmos que os alunos não apresentariam dificuldade em formar as cadeias/teias alimentares e fazer a inserção de outros seres vivos que não foram fotografados no sítio, como também, participariam ativamente da dinâmica. O que havíamos previsto foi confirmado, ou seja, os alunos não tiveram dificuldade em realizar essa atividade e conseguiram estabelecer as relações alimentares.

Atividade 6 - Que tal assistirmos documentários sobre cadeias alimentares?

A atividade 6 foi realizada com o intuito de contextualizar o conteúdo cadeias alimentares entre os seres vivos. Percebemos que era importante demonstrar como as cadeias alimentares estão estabelecidas em um ecossistema e como a questão da alimentação entre os seres vivos é importante para o equilíbrio desses ambientes naturais.

Desta forma, apresentamos dois vídeos para os alunos a respeito das cadeias alimentares. Esses materiais audiovisuais selecionados são de curta duração, para não tornar a atividade cansativa e manter a concentração dos alunos. Sobre a utilização do vídeo, Lorenzetti e Delizoicov (2001, p. 10) esclarecem que os vídeos proporcionam aos alunos “a oportunidade de ampliar a sua cultura, o seu universo de conhecimentos”. Além disso, destacam que existem vários documentários disponibilizados na internet ou em canais abertos exibidos pela televisão, que “apresentam os mais variados assuntos científicos com clareza e profundidade, aliados a uma fotografia que prende a atenção, principalmente das crianças” (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001, p. 10).

O primeiro vídeo tratava de uma representação do ecossistema bosque, já o segundo vídeo, falava sobre o Parque Marapendi no Estado do Rio de Janeiro (RJ) considerado um Centro de referência em educação ambiental. Esse segundo vídeo, apresentado por um biólogo, detalha alguns desequilíbrios nesse ecossistema como o caso dos saguis exóticos no estado do RJ que se alimentam de ovos do pássaro tiê-sangue provocando significativo impacto ambiental, pois esse pássaro está ameaçado de extinção devido ao ataque dos saguis. Os dois vídeos chamaram muito a atenção dos alunos. Dallabona (2013) destaca que a utilização do vídeo deve estar conectada ao planejamento do docente, como, por exemplo, o fato de abordar as informações assistidas, promovendo o diálogo e a troca de ideias, possibilitando uma melhor compreensão dos conteúdos abordados. Em vários momentos os vídeos foram interrompidos e a professora-pesquisadora fez algumas indagações promovendo um caminho de comunicação com o que foi trabalhado nos outros encontros.

Esperávamos, nessa atividade, que os alunos prestassem atenção nos dois vídeos, interagindo e fazendo perguntas sobre os documentários. E, o que prevíamos se confirmou, pois, os alunos realizaram alguns questionamentos e apreciaram os dois vídeos apresentados, participando ativamente dos diálogos e também fazendo perguntas pertinentes sobre o tema em questão.

Atividade 7 - Vamos fazer alguns exercícios?

Averiguar o que os alunos aprenderam no decorrer da aplicação da sequência didática foi o objetivo da atividade 7, na qual os alunos tiveram que responder individualmente três questões, quais sejam: (I) Identifique os seres vivos que aparecem na imagem, nomeando-os; (II) Construa uma cadeia alimentar com os seres vivos observados na imagem e; (III) Qual a importância do sol para os seres vivos, após assistirem os vídeos da atividade anterior.

Nas análises a priori previmos que os alunos, de forma geral, conseguissem responder às questões corretamente. No entanto, consideramos que eles poderiam apresentar dificuldade em responder sobre a importância do sol para os seres vivos. Também, cogitamos que poderiam aparecer alguns equívocos com relação à direção das setas (indicam o fluxo de energia) nas cadeias alimentares e poderiam não inserir os produtores na primeira questão.

A análise a posteriori nos mostrou que a maioria dos alunos respondeu corretamente as questões propostas. Com relação à importância do sol para fotossíntese, 70% dos alunos responderam que o sol é essencial para as plantas realizarem a fotossíntese e 60 % dos alunos citaram as plantas na pergunta número 1.

Atividade 8 - Afinal, o que você aprendeu?

Para o fechamento da sequência didática proposta foi realizada a atividade 8 com o objetivo de resgatar os conhecimentos construídos ao longo da realização da sequência didática, além de fazer um fechamento da atividade buscando as percepções dos alunos em relação ao desenvolvimento de todo o trabalho.

Para a realização dessa atividade organizamos os alunos em círculo, no pátio do Colégio, e questionamos: - O que você aprendeu desde o início da sequência didática sobre o estudo da cadeia alimentar? O primeiro aluno que responde à questão segurava a ponta de um barbante, passando o rolo para o próximo colega e assim, sucessivamente. Os alunos não podiam repetir as respostas. Após todos os alunos responderem a pergunta inicial formou-se uma grande teia do conhecimento.

Previmos que os alunos expressariam corretamente o conceito de cadeia alimentar e conseguiriam expor informações que mostrassem uma construção de conhecimentos mais significativos em relação ao tema estudado. Conforme previsto, os alunos expressaram corretamente o conceito de cadeia alimentar e demonstraram construção de conhecimento em relação ao tema estudado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do estudo se mostrou bastante positivo, pois foram alcançados os objetivos propostos, sendo que a metodologia contribuiu com o ensino de Ciências, especificamente no que se refere ao conceito de cadeia alimentar.

Destacam-se quatro aspectos que evidenciam a contribuição da Engenharia Didática enquanto metodologia para o ensino de Ciências.

O primeiro deles, diz respeito à profundidade das análises prévias. A Engenharia Didática prevê que o pesquisador/professor antes de iniciar o planejamento de suas aulas, faça um estudo do contexto educacional, averiguando o que consta nos documentos oficiais norteadores, o que consta nos livros didáticos e quais as principais dificuldades que o aluno enfrenta na aprendizagem de

determinado conteúdo por meio da análise dos conhecimentos prévios. Portanto, essa profundidade das análises prévias permitiu que o docente conheça diversas variáveis, fornecendo subsídios para o planejamento das atividades e minimizando possíveis dificuldades com relação ao processo de ensino e aprendizagem. Segundo a professora regente, o diferencial desse trabalho foi aliar a teoria e a prática. Ela ressalta que a atividade realizada no sítio estimulou o protagonismo dos alunos, pois eles tiraram as fotos e a partir das atividades que foram propostas é que foram construídos os conceitos.

A professora regente destacou a atividade realizada no sítio com as fotografias que fez parte da análise dos conhecimentos prévios, ressaltando que foi uma atividade diferenciada, prática e contextualizada para abordar o assunto.

Um segundo aspecto, diz respeito à oportunidade de avanços conceituais, pois, a partir das análises prévias e do andamento das atividades percebeu-se que os alunos avançaram com relação à aprendizagem de conceitos que não conheciam ou não compreendiam de maneira satisfatória, como a compreensão do processo da fotossíntese, do fluxo de energia nas cadeias alimentares, do termo teia alimentar e do papel dos decompositores nas cadeias alimentares.

Outro aspecto importante, é a possibilidade de avaliação contínua das atividades propostas, uma vez que, de acordo com a Engenharia Didática, o professor deve analisar a sua prática pedagógica continuamente, ou seja, durante a realização de uma atividade é primordial que o professor avalie se os objetivos propostos foram alcançados, ou se ainda existem dúvidas por parte dos alunos. Isso demonstra a importância de ele verificar se a atividade realmente promoveu o aprendizado e o que poderia ser feito para diminuir os possíveis equívocos. Essa tarefa não é fácil, ainda mais sabendo a realidade do professor brasileiro, com uma demanda de trabalho bastante elevada e com tempo reduzido para planejar, executar e avaliar a sua prática docente.

Finalmente, outro aspecto importante diz respeito a ponderação das dificuldades ou atitudes dos alunos frente às atividades que são propostas. A Engenharia Didática recomenda que o docente/pesquisador faça uma análise a priori, ou seja, que ele presuma as possíveis dificuldades ou atitudes que os alunos podem ter no desenvolvimento de uma tarefa, pois permite que o professor faça uma reflexão sobre a sua prática docente preparando-o para possíveis imprevistos ou para diminuir os possíveis entraves.

REFERÊNCIAS

ARTIGUE, M. Ingèniere didactique. **RDM**, v. 9, n. 3, p. 231-308, 1988.

ARTIGUE, M. Engenharia Didática. In: BRUN, J. **Didática das Matemáticas**. Lisboa: Instituto Piaget, 1996. p. 193-217.

ASTOLFI, J. P.; PETERFALVI, B.; VÉRIN, A. **Como as crianças aprendem ciências**. Lisboa: Instituto Piaget, 1998.

BARMAN, C. R.; GRIFFITHS, A. K.; OKEBUKOLA, P. A. O. High school students' concepts regarding food chains and food webs: a multinational study. **International Journal of Science Education**, v. 17, n. 6, p. 775-782, 1995.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais** /Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC /SEF, 1998.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais**: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: introdução aos parâmetros curriculares nacionais / Secretaria de Educação Fundamental. - Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. **Guia de livros didáticos**: PNLD 2013: ciências. Brasília : Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2012.

BORGES, M. D.; ARANHA, J. M.; SABINO, J. A fotografia de natureza como instrumento para educação ambiental. **Revista Ciência & Educação**, Bauru, v.16. n.1, p. 149-161, 2010.

CARNEIRO, V. C. G. Engenharia Didática: um referencial para ação investigativa e para formação de professores de Matemática. **Zetetiké**, Campinas, v. 13, n. 23, p. 87-119.

DALLABONA, K. G. **O ensino de Ciências nos anos iniciais**: a construção do conhecimento científico a partir de uma sequência didática para o estudo das formigas. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais e Matemática) - Programa de Pós-graduação em Ciências Naturais e Matemática, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, p. 185. 2013.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências**: fundamentos e métodos. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

GUIMARÃES, R. S. BARLETTE, V. E. GUADAGNINI, P. H. A Engenharia Didática da construção e validação de sequências de ensino: um panorama com foco no ensino de Ciências. **Revista Polyphonia**, Goiânia, v. 26, n. 1, p. 211-226, 2015.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Revista Ensaio**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, p. 1-17, 2001.

MACHADO, S. D. A. Engenharia Didática. In: MACHADO, S. D. A. (Org.). **Educação Matemática**: Uma introdução. 2. ed. São Paulo: Educ. 2002. p. 197-208.

MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa social**: teoria, método e criatividade. Petrópolis: Vozes, 2001.

ODUM, E. P. **Fundamentos da ecologia**. 7. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2004.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009.

ODUM, E. P.; BARRETT, G. W. **Fundamentos de ecologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

OLIVEIRA, V. L. B. et al. Cadeia alimentar: modelos e modelizações no ensino de Ciências Naturais. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 2003, Bauru. **Anais...** Bauru: ABRAPEC, 2003, p. 1-12.

PIN, J. R. de O. **As trilhas ecológicas como proposta pedagógica em espaços educativos não formais**. 2014. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, p. 159. 2014.

POMMER, W. M. A. **Engenharia Didática em sala de aula**: Elementos básicos e uma ilustração envolvendo as Equações Diofantinas Lineares. 2013. 72 p. Disponível em:<<https://bit.ly/2zu2Yp2>>. Acesso em: 21 de abril de 2016.

SENICIATO, T.; CAVASSAN, O. O ensino de ecologia e a experiência estética no ambiente natural: considerações preliminares. **Revista Ciência & Educação**, Bauru, v. 15, n. 2, p. 393-412, 2009.

SILVEIRA, D. T.; CÓRDOVA, F. P. A pesquisa científica. In: GERHARDT, T. E. SILVEIRA, D. T. (Org). **Métodos de pesquisa**. Universidade Aberta do Brasil - UAB/UFRGS e Curso de Graduação Tecnológica - Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. Porto Alegre: UFRGS, 2009, p. 31-42.

SOUZA, R. N. S. DE; CORDEIRO, M. H. **A contribuição da Engenharia-Didática para a prática docente de Matemática na Educação Básica**. Disponível em <<https://bit.ly/2Q1Aldf>>. Acesso em: 12 de janeiro de 2016.

RECEBIDO EM: 10 out. 2018

CONCLUÍDO EM: 28 out. 2018