

Um estudo sobre o ensino por investigação no nível fundamental: o caso das formigas

A Study Regarding Teaching through Investigation at the Basic Level: The Ants' Case

Mariane Gavazzoni^{1,3}, Cintya Fonseca Luiz¹, Daniela Frigo Ferraz² e Lourdes Aparecida Della Justina¹

¹ Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel, Paraná, Brasil. ²Grupo de Pesquisa em Educação em Ciências e Biologia- GECIBIO/ Unioeste. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, Paraná, Brasil. ³ Mestranda do Programa de Pós Graduação em Conservação e Manejo de Recursos Naturais.
marianebio05@hotmail.com

Recibido 21/04/2014 – Aceptado 30/09/2014

Resumo

O presente trabalho foi realizado com alunos da educação básica no Brasil mediante o acompanhamento sistemático do desenvolvimento de uma sequência didática na perspectiva do ensino por investigação. A sequência didática foi pautada no seguinte problema "Porque as formigas andam em fila?". Os alunos participantes emitiram hipóteses e participaram de várias estratégias didáticas para solucionar o referido problema. Na análise dos resultados evidenciou-se que apesar de algumas dificuldades, o enfoque investigativo é uma ferramenta efetiva na construção do conhecimento de forma dinâmica e significativa.

Palavras-chave: Ensino por investigação; Ensino fundamental; Ciências; PIBID.

Abstract

The present study was accomplished with Brazilian students from the basic education through the development of a didactically sequence systematic followed by the investigative teaching perspective. The didactically sequence was guided on the issue: "why do ants walk in a row?". The students who participate issued hypothesis and took part of several didactical strategies to solve the problem. Analyzing the results, it was noticed that, despite some difficulty, the investigative approach is a dynamic and significant knowledge builder efficient tool.

Keywords: Teaching through Investigation, Basic Education, Science, PIBID.

Un estudio sobre la enseñanza por investigación en el nivel fundamental: el caso de las hormigas

Resumen

En el presente trabajo destacamos la importancia del desarrollo de clases dinámicas e interactivas que posibiliten involucrar de forma activa al alumno para que el mismo pueda ser el agente de su conocimiento, construyendo los conceptos e interconectando los procesos biológicos. Para ello, adoptamos un abordaje investigativo en el subproyecto "Enseñanza de Ciencias por la investigación: una relación entre teoría y práctica", con base en la fundamentación teórico-metodológica de la enseñanza por investigación. Desde esa perspectiva, la clase se fundamenta en la acción del alumno, quien tiene la oportunidad de actuar y de emitir su opinión, acompañada de acciones y demostraciones que lo conducen a una participación efectiva. De esa forma describimos y discutimos los resultados de una experiencia educativa sobre la relevancia de la enseñanza por investigación en el nivel fundamental, por medio del desarrollo

de una secuencia didáctica con la temática "hormigas". La colecta de los datos ocurrió por medio del acompañamiento del desarrollo de la secuencia didáctica, mediante grabaciones de audio y video de las clases impartidas que fueron transcritas y analizadas. Los resultados obtenidos evidencian que esta experiencia educativa además de proporcionarles el trabajo en equipo y la cooperación, también estimuló el intercambio de ideas, hasta el punto de llegar a acuerdos que llevaron a la solución del problema propuesto por medio de la argumentación oral, respetando la diversidad de ideas y comportamientos existentes en la sala de clase.

Palabras clave: Enseñanza por investigación, Educación básica, Ciencia, PIBID.

1. Introdução

Atualmente o ensino de Ciências e Biologia é uma preocupação de âmbito mundial, sendo objeto de diversas pesquisas. Dados provenientes de várias fontes, como exames internacionais, revelam que em muitos países o aprendizado dos alunos é precário e dificilmente atende as metas que superam a memorização de conteúdos (Fourez, 2003; Krasilchik, 2009). Neste sentido, há a necessidade de uma reflexão sobre os objetivos da educação científica e os desafios presentes na escola, além de uma redefinição da ciência escolar e na forma de condução das atividades de ensino.

Diante do desencontro entre as orientações atuais da área de pesquisa em ensino de Ciências sobre a necessidade de inovações didáticas e a resistência de muitos profissionais que atuam no ensino de Ciências para a mudança em sua prática, o subprojeto intitulado "Ensino de Ciências por investigação: uma relação entre teoria e prática", vinculado ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), no curso de Ciências Biológicas de uma universidade pública do Paraná/Brasil, entre outros objetivos, teve a intenção de auxiliar no processo de ensino e aprendizagem dos alunos da educação básica mediante o ensino por investigação. Optou-se por tal fundamentação teórico-metodológica, conforme Deboer (2006), por tal metodologia possibilitar uma participação ativa dos alunos.

Muitos autores, como Sanmartí (2002), Fourez (2003), Carvalho et al (2004) e Krasilchik (2008), defendem a importância do desenvolvimento de aulas mais dinâmicas e interativas, que possam trazer o aluno mais para perto do professor e que o mesmo possa ser o agente de seu conhecimento, construindo os conceitos e interligando os processos biológicos. Por isso o desenvolvimento de uma sequência didática com base no ensino por investigação vem a corroborar com os indicativos da área no sentido de possibilitar aos alunos serem ativos no processo de ensino e aprendizagem. O objetivo do presente trabalho é apontar e discutir os resultados de uma investigação acerca da relevância do ensino por investigação no contexto do PIBID no ensino fundamental, por meio do desenvolvimento de uma sequência didática com o tema "Formigas", em uma abordagem interdisciplinar (Ciências, Biologia, Química, Ecologia e Física) de conceitos envolvidos, como: anatomia do corpo, alimentação, desenvolvimento, reprodução, comunicação e feromônios.

1.1 O ensino por investigação e o conhecimento biológico

O processo de ensino, principalmente de Ciências e Biologia, deve ser adaptado ao desenvolvimento do raciocínio, enfatizando atividades investigativas, no qual o professor é um orientador de experiências (Krasilchik, 2008). No ensino por investigação concebe-se o aluno como responsável pela busca do conhecimento e o professor como o facilitador deste processo. A resolução de problemas que leva a uma investigação deve estar fundamentada na ação do aluno. Estes devem ter a oportunidade de agir e emitir sua opinião, acompanhada de ações e demonstrações que o levem a um trabalho prático. Tal estratégia pode ser um instrumento importante no desenvolvimento de habilidades e capacidades como raciocínio, flexibilidade, astúcia, argumentação e ação (Moreira, 1983; Krasilchik, 2008). O ensino por investigação não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, mas deve conter características de um trabalho científico no qual o aluno possa refletir, discutir, explicar e relatar. Contudo, essa investigação deve ser fundamentada e que tenha sentido para o aluno, para que ele entenda o porquê de estar investigando o fenômeno apresentado, conforme Bachelard (1996).

Os estudantes compreendem melhor a ciência e desenvolvem melhor seus conteúdos conceituais quando participam de investigações científicas semelhantes às feitas nos laboratórios de pesquisa. Ao propor tais investigações, os alunos podem resolvê-las por meio de experimentos ou com a resolução de problemas de lápis e papel (Hodson, 1992) ou uma atividade com uso de texto de divulgação científica (Menegat et al, 2007). Uma atividade investigativa é sem dúvida uma importante estratégia no ensino de Ciências (Sá et al, 2007). Para Clement & Terrazzan (2011) a atividade de solucionar problemas, com maior abertura, envolve um alto grau de criatividade, pois cada aluno envolvido utiliza suas experiências, conhecimentos e interpretações para resolver uma mesma situação-problema, exigindo assim a elaboração de hipóteses, estratégias ou planos a serem seguidos de forma consciente, culminando em resultados que muitas vezes necessitam de análises. Nessa abordagem, o aluno passa a interagir com o professor mais ativamente. Contudo, devido ao hábito de esperar a resposta fornecida pelo professor, muitos alunos podem apresentar dificuldades para se comprometerem com o ensino por investigação, pois demanda maior responsabilidade e comprometimento no desenvolvimento das atividades propostas pelo professor.

Segundo Irlles et al (2013) o aluno, acostumado com o ensino tradicional baseado na transmissão e memorização de conteúdos e conceitos, está relutante em participar de atividades diferenciadas, se mostra desconfiado de sua própria capacidade (e de seus colegas) de aquisição/formulação do conhecimento e em contrapartida não contesta o que o professor fala, além de considerar que a aprendizagem está relacionada com a quantidade de conteúdos/conceitos vistos em sala de aula. Tais fatores tendem a tornar mais trabalhosa as abordagens que se diferenciam do ensino tradicional.

Nesse contexto ensinar zoologia de maneira investigativa, rompendo com a memorização tradicionalista e despertando o interesse do aluno é um desafio para os professores do ensino fundamental. Os conteúdos de zoologia são trabalhados de forma tradicional, baseando-se na transmissão de informações, tendo como recurso principal o livro didático e sua transcrição na lousa (Brasil, 1998; Santos & Terán, 2013). Dentre os conteúdos trabalhados na disciplina de Ciências, a zoologia é negligenciada pelos currículos, provavelmente isso se deve pela maneira totalmente memorística que esta área é tratada por professores e pelos livros didáticos (Amorim, 2001; Krasilchik, 2008).

Em relação às deficiências do ensino de zoologia, Santos & Terán (2013) salientam que nos Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 1998) os conteúdos propostos para o ensino fundamental são organizados em temas estruturadores, em que temáticas relacionadas à zoologia são integradas e perpassam os quatro temas: vida e ambiente, ser humano e saúde, tecnologia e sociedade, terra e universo (Brasil, 1998). Esta perspectiva implica trabalho interdisciplinar. A interdisciplinaridade pode ser descrita como a construção de representações do mundo, que se encontram estruturadas e organizadas em função de um projeto humano (ou de um problema a resolver), em um contexto específico e para destinatários específicos, apelando a diversas disciplinas, objetivando chegar a um resultado original independente das disciplinas de origem (Fourez et al, 1997).

Na zoologia, os insetos são um dos maiores e mais complexos grupos de invertebrados. Em relação aos invertebrados constituem aproximadamente 84% da biomassa animal, sendo as formigas (Hymenoptera: Formicidae) uma presença marcante em grande parte dos ecossistemas terrestres (Stork, 1991; Longino et al, 2002; Ellwood & Foster, 2004). Esses animais possuem ampla distribuição geográfica, muitas espécies são relativamente fáceis de identificar e desempenham vários papéis importantes, consideradas engenheiras do ecossistema (Lobry de Bruyn, 1999; Fisher & Binkley, 2000; Longino et al, 2002).

A abordagem do tema formigas pode perpassar diferentes áreas do conhecimento, como biologia, química, física, economia e geografia. Segundo Fourez (1995) a disciplina de Ciências é classificada como uma superciências, e explica que quando se tenta construir uma perspectiva universalizada com base na reunião de conhecimentos em torno de uma determinada situação, acaba-se por dar origem a uma nova forma de concebê-la, surgindo uma disciplina menos fragmentada, que buscará construir uma abordagem diferenciada que se mostre mais adequada e abrangente.

2. Desenvolvimento da experiência

A amostra envolvida no presente trabalho foi constituída por 23 alunos do 9º ano do ensino fundamental de uma escola pública do Paraná/Brasil. Estes participantes das atividades foram identificados com as letras A, seguida de números algébricos (A1-A23) e como B1 e B2 os bolsistas do PIBID que desenvolveram a sequência didática. A coleta de dados ocorreu por meio do acompanhamento sistemático do desenvolvimento da sequência didática, mediante gravações de áudio e vídeo das aulas que foram transcritas. Os dados coletados foram submetidos a uma análise de conteúdo segundo Bardin (2004, p. 37) que constitui “um conjunto de técnicas de análise das comunicações, visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens”.

O contexto da experiência descrita refere-se ao subprojeto Biologia/PIBID. Com base no modelo de resolução de problema, uma forma de ensino por investigação, adaptado por Clement & Terrazzan (2011) da proposta de Gil Pérez et al (1992), adotou-se a sequência didática para resolução do problema: “Por que as formigas andam em fila?”, o qual foi escolhido coletivamente pelos alunos com a mediação de B1 e B2.

As seis etapas propostas por esses autores são: (1) Análise qualitativa do problema: Consiste na proposição de um problema real, o qual os alunos não conseguem uma resposta imediata, mas proporciona um diálogo com os mesmos. (2) Emissão de hipóteses: Trata-se de um momento de planejamento, das hipóteses que poderão ser elencadas pelos alunos em sala de aula. (3) Elaboração de estratégia(s) de resolução: Nesta etapa é solicitado aos alunos para que elaborassem estratégias de resolução para testarem suas hipóteses, aproximando-os do fazer científico. (4) Aplicação da(s) estratégia(s) de resolução: De acordo com as estratégias estabelecidas na etapa anterior, os planos de aula são adaptados a fim de possibilitar aos alunos que construam seu conhecimento e a aproximação com possível(is) resolução(ões) do problema proposto. (5) Análise do(s) resultado(s): Com um diálogo investigativo discute-se com os alunos os resultados alcançados relacionados com os conceitos científicos e com as hipóteses elaboradas anteriormente. (6) Elaboração de síntese explicativa do processo de resolução praticado e sinalização de novas situações-problema: No caso do presente trabalho esta etapa foi desenvolvida com o uso de documentários científicos sobre as formigas, retomando os conceitos trabalhados durante as aulas. Após o qual os alunos responderam a um questionário, onde puderam sintetizar com suas palavras o processo pelo qual chegaram à resolução do problema proposto, retomando a rede conceitual desenvolvida em toda a sequência didática (Gil Pérez et al, 1992; Clement & Terrazzan, 2011).

3. Avaliação da experiência educacional: resultados e discussões

Os resultados são apresentados e discutidos na sequência, conforme as etapas descritas no item anterior do presente trabalho.

3.1. Análise qualitativa do problema

Com base na ideia de problema real para o desenvolvimento da sequência didática, acerca das formigas, foi proposta a seguinte problemática: “Alguns cientistas estavam observando o modo de vida de uma espécie de formigas, e perceberam que toda vez que elas saiam do formigueiro se locomoviam em fila. Aí se perguntaram – Porque elas andam em fila? Será que podemos ajudar a resolver esse problema? Como explicar o comportamento de algumas formigas de andarem em fila indiana?” Os alunos reagiram com interesse e curiosidade em já saber a resposta certa. Utilizaram figuras de formigas como ferramenta de auxílio didático. Levantaram hipóteses para resolver o problema proposto, sistematizando as mesmas em uma folha e apresentando-as para o restante da turma, como uma forma de socializar as ideias e discutir sobre o assunto, conforme descrito na próxima etapa.

3.2. Emissão de hipóteses

A maioria das hipóteses esteve relacionada com a facilidade das formigas obterem alimento e para que elas não se perdessem como se evidencia nos seguintes enunciados: "Porque elas andam em uma trilha na direção de seu formigueiro carregando mantimentos, galhos e folhas para o inverno assim eles fazem o caminho para saber e voltar" (A11 e A12); "Para elas não se perderem. Porque são companheiras uma das outras e andam em fila para ajudar uma a outra" (A7 e A4); "Para não se perderem, porque é a rotina delas, por causa que elas sentem um cheiro e vão uma atrás da outra, porque um sabe o caminho e as outras seguem" (A1 e A2); "Para achar alimento; para não se perderem; para sua própria proteção; para se organizarem melhor; para saber o que há em volta do formigueiro" (A3); "Porque as formigas trabalham sempre em grupo e também para não se perderem" (A5); "Porque não aguentam certos pesos sozinhas e para não se perderem" (A9); "Pois é o jeito de trabalho delas, andar em conjunto para não se perderem" (A8 e A10).

Após a leitura das hipóteses acima, A1 demonstrando ansiedade e curiosidade, perguntou: "Todo mundo acertou?". Em resposta B1 salientou que eles (alunos) iriam verificar/pesquisar se as respostas eram essas. Quando o aluno é confrontado com uma situação problematizadora, neste caso, "Porque as formigas andam em fila?", ele acaba buscando a "solução" de tal fato, em várias áreas do conhecimento e em suas experiências cotidianas. De acordo com Clement & Terrazzan (2011), a solução de problemas envolve um alto grau de criatividade, pois cada solucionador utiliza suas experiências, conhecimentos e interpretações, exigindo assim a elaboração de hipóteses, estratégias ou planos. Para Azevedo (2004) uma atividade investigativa é composta por observação e ação, e por meio destes pontos que o aluno pode perceber que o conhecimento científico se dá através de uma construção, que é algo dinâmico e aberto, possibilitando até mesmo que o aluno participe dessa construção.

3.3. Elaboração de estratégia(s) de resolução

Nesta etapa apontou-se para os alunos a importância de eles levantarem estratégias de resolução para testarem as hipóteses elaboradas por eles, B1 e B2 os incentivaram a exporem suas ideias. Verbalmente os alunos expuseram suas sugestões para a resolução do problema, mediante pesquisas como nos seguintes enunciados: "Pesquisas, estudos" (A1) e "No Google professora!" (A3); e mediante desenvolvimento de experimentos: "Vamos lá fora e ver, observar. Ver um formigueiro no chão, desmanchar e ver como é" (A4) e "Professora, se a gente construisse um formigueiro artificial, no laboratório?" (A8).

De acordo Lewin e Lomascólo (1998), a situação de formular hipóteses, preparar experiências, realiza-las, recolher e analisar dados favorece a motivação dos estudantes fazendo-os adquirir atitudes como: curiosidade, desejo de experimentar, acostumar-se a dúvida de certas afirmações, a confrontar resultados, obtendo mudanças conceituais, metodológicas e atitudinais. Mediante as estratégias levantadas pelos alunos, analisa-se a pesquisa, observação e a experimentação. A pesquisa e a observação foram realizadas e são descritas na próxima etapa - aplicação das estratégias de resolução. Enfrentaram-se dificuldades para a efetividade da experimentação, pois para construir um formigueiro artificial é necessária a formiga rainha, sendo essa difícil de ser adquirida. Além disso, demanda tempo para que a sociedade de formigas atinja um nível adequado para observação. De acordo com Ukan (2011) os ninhos demoram diferentes períodos para se adaptar ao confinamento e reiniciar seu desenvolvimento.

3.4. Aplicação da(s) estratégia(s) de resolução

De acordo com as estratégias estabelecidas na etapa anterior e diante dos assuntos que envolvem a solução do problema real, as aulas foram desenvolvidas contemplando os seguintes conteúdos: anatomia e morfologia da formiga, capacidade de carregar muito peso, partes do corpo, características do grupo; reprodução e alimentação das formigas (nesta aula foram trabalhadas as diferentes classes e divisão das tarefas em um formigueiro dentro do contexto de sociedade, como também os mecanismos adaptativos das formigas); formação da sociedade e início de um formigueiro, fases de

desenvolvimento das formigas e diferentes tipos de ninhos; comunicação entre as formigas e feromônio, outros exemplos de animais que se organizam através de sociedade - insetos sociais, sobre a importância dessa relação ecológica.

3.5. Análise dos resultados

No momento da abordagem da anatomia das formigas, B1 e B2 questionaram se todas são da mesma cor, do mesmo tamanho, logo os alunos responderam que não, citando os diversos exemplos de formigas que já viram. Ao serem questionados sobre o que a formiga tem que a difere de outro animal, citaram partes do corpo do animal: "A cabeça" (A4); "Seis patas" (A1); "São minúsculas" (A5); "As presas" (A4); "As antenas" (A3).

A aula prosseguiu com as explicações de B1 e B2, sempre instigando os alunos a trocarem experiências e contribuírem com a turma. De acordo com Oliveira (2013) a partir dos conhecimentos prévios dos alunos, o professor deve instiga-los, fazendo-os perceber que o conhecimento que possuem não é o suficiente para resolver os problemas de forma coerente, o que os motiva a novas construções, o qual gera entusiasmo tanto para o professor quanto para o aluno no processo de ensino e aprendizagem. Os estudantes utilizaram muitos fatos do cotidiano e experiências vividas que se relacionavam com o conteúdo, como mostra a fala de A6 na sequência: "Professora! Lá na calçada de casa, eu varria os formigueiros, e a tarde voltava lá já estava tudo de novo, nunca terminava".

A escola precisa organizar o fluxo contínuo de conhecimentos para que os alunos sejam capazes de resolver os problemas que atendem o seu cotidiano, a sua realidade. "Conhecer não é apenas reter temporariamente uma multidão de noções anedóticas ou enciclopédicas [...]. Saber significa primeiramente ser capaz de utilizar o que se aprendeu, mobilizá-lo para resolver um problema ou aclarar uma situação" (Giordan & Vecchi, 1996, p.11). De acordo com Alves (2002) cada sujeito pode trazer para dentro da sala de aula uma rede de saberes, construída em seus múltiplos espaços/tempos de experiência, e participa da rede tecida na sala de aula promovendo interações entre conteúdos e ações.

No diálogo apresentado na sequência percebe-se que a todo o momento os alunos são questionados sobre o conteúdo pelas mediadoras e entre eles, contribuindo significativamente para que o conhecimento seja construído de forma coletiva. Como no seguinte trecho: B1 questiona: "Esse parquinho que vocês estão vendo são as antenas, e aqui são os olhos. Para que será que as formigas usam as antenas?". A3 responde: "Porque quando elas estão andando elas sentem um cheiro, para ir a algum lugar. É como se uma soltasse um cheirinho, a primeira, e as outra vão atrás." Na sequência B1 questiona: "Hum, interessante, e será que isso tem alguma coisa a ver com a pergunta inicial?". A1 faz outra pergunta: "Professora, porque quando a formiga está na árvore e ela cai no chão ela não morre?". E B1 continua indagando: "Porque será pessoal? O que nós vimos até agora que pode permitir essa capacidade?" [...]. A3 responde: "Ela é leve, não tem ossos". A5 implora por respostas prontas: "Ai que raiva professora, você não responde nada do que a gente pergunta!". Apontando para a lousa B1 salienta: "Olha só pessoal, tudo o que a gente viu até agora, o que a gente respondeu junto, foram vocês que responderam, perceberam?! Olha, aqui (no quadro) estão as respostas que vocês me falaram até agora para responder a pergunta do colega. Nós estamos construindo as respostas juntos."

O professor que se propõe a fazer de uma atividade didática uma atividade investigativa, deve se tornar um professor que questiona, argumenta, que saiba conduzir perguntas, estimular, propor desafios, e assim, passe de expositor a orientador do processo de ensino (Azevedo, 2004). Também é possível perceber a impaciência dos estudantes, que querem respostas prontas sempre, característico de um ensino tradicionalista e fechado, onde o professor é detentor do conhecimento, e o aluno é um receptor, está ali para receber uma ciência pronta e acabada, de verdades absolutas.

Na aula seguinte, os conteúdos trabalhados foram sobre reprodução e alimentação. Houve a retomada das perguntas que os alunos elaboraram. Mortimer (1996) esclarece que para muitos estudantes o conhecimento científico é pouco lembrado após as aulas, é rapidamente esquecido, prevalecendo na maioria das vezes o senso comum. Diante desta dificuldade da construção do pensamento científico, é relevante para a prática docente sempre relembrar os conteúdos já trabalhados em sala, possibilitando uma aprendizagem significativa e eficaz, promovendo o desenvolvimento conceitual e a compreensão dos processos como um todo (Giordan & Vecchi, 1996).

A aula prosseguiu com as explicações sobre os conceitos científicos juntamente com as discussões em classe. Buscou-se de maneira geral exemplificar e relacionar o que era trabalhado, com outros animais ou fatos para que os alunos pudessem visualizar o processo/conteúdo em diferentes âmbitos, como segue o fragmento de diálogo: B1 questiona: "Pessoal, tem outros animais que fazem esse tipo de reprodução como a formiga? Quem mais?". Os alunos citam: "Borboletas" (A1); "Mosquito" (A3); "Abelhas" (A7); "E ela tem um monte de filhos" (A4), entre outras respostas. B2 pergunta: "E a abelha é o que? A que grupo pertence?". A4 aponta: "É um inseto." B2 continua: "E a formiga é o que?". Todos os alunos respondem que a formiga é um inseto também, relacionando as duas espécies (abelhas e formigas) ao mesmo grupo (inseto).

A aprendizagem significativa é quando o novo conteúdo é incorporado ao conceito já existente de um aluno, é atribuído significado a esses conceitos, torna-se uma concepção mais elaborada, o conhecimento é reconstruído ocorrendo uma interação entre o novo conhecimento e o já existente no qual ambos se modificam (Moreira & Greca, 2003; Moreira, 2012). Ao final de cada aula, B1 e B2 e alunos faziam uma síntese do que havia sido discutido, lembrando os conhecimentos abordados e tirando as dúvidas existentes, como uma forma de reforço e revisão do conteúdo. Ao longo da sequência didática foram utilizadas diferentes estratégias para que os alunos procurassem a resposta do problema inicial e também elaborassem a síntese dos conteúdos, como: estudos dirigidos, observação de formigueiros e relatório, desenhos, vídeos e discussão em sala.

Dentre essas estratégias de investigação para resolução do problema proposto, destaca-se a observação de formigueiros, na qual os alunos com a mediação de B1 e B2 foram ao pátio da escola para observarem os diferentes tipos formigas e de ninhos e o comportamento delas. Eles observaram a forma de locomoção das formigas, o percurso que faziam e como voltavam para o formigueiro. Os estudantes ficaram curiosos e mais questionamentos faziam entre si, levantaram respostas e explicações a partir destas observações, as quais foram discutidas coletivamente. A3 relatou: "Gostei muito de sair e ver os formigueiros, deu para entender melhor o comportamento das formigas".

As conclusões devem ser formalizadas como uma resposta ao problema inicial relacionando as hipóteses levantadas, discutindo a legitimidade entre elas (Azevedo, 2004), percebe-se, portanto a relevância de sintetizar com a escrita para o bom desenvolvimento da proposta investigativa, colaborando ainda mais para a construção do conhecimento e saber científico do aluno. Pode-se observar no diálogo a seguir a retomada de hipóteses pelas bolsistas: A4 coloca "Professora eu tenho uma dúvida? Vocês ainda não falaram porque as formigas andam em fila?". A1 concorda. B2 explica "Então, lembra que a gente falou que iríamos respondendo até o final deste módulo. A cada aula, vocês vão tendo um pouquinho dessa resposta, vai relacionando, aula passada foi sobre anatomia." A4 argumenta "Eu tenho todas as aulas anotadas em meu caderno". B2 complementou "Então vamos ter que juntar um pouquinho de cada aula para responder essa pergunta! Olha aqui nas hipóteses de vocês o que já trabalhamos: o A3 colocou aqui em sua hipótese "Para achar alimentos", então acabamos de ver alimentação".

No decorrer das aulas os alunos fizeram várias perguntas sobre o conteúdo, contando relatos de experiências e demonstrando gostarem da metodologia utilizada. Ao se referir às formigas A7 pergunta: "Acontece disputa entre elas professora? Disputa de ninho?". B1 explica: "Olha, se não for no mesmo ambiente, dificilmente vai ter essa disputa". A7 replica "Mas se caso fosse?" A4 destaca "Dá paulera?" A1 continua explicando: "Existe em um formigueiro, elas viverem, duas espécies diferentes? Tipo, quando a rainha coloca ovo e nasce outra rainha, o que acontece? Ficam duas rainhas daí?".

Ao analisar o decorrer da sequência didática é possível perceber muitas situações em que os alunos se baseiam e/ou precisam reunir outros conhecimentos/saberes pré-existentes, ou precisam se fundamentar em outras áreas do conhecimento para tentar elucidar/explicar determinada situação, tornando-se assim uma abordagem interdisciplinar. Para Soussan (2003), no desenvolvimento de uma atividade investigativa, cada aluno confronta novos dados fornecidos pelo professor e pela troca de conhecimento com os colegas, e para organizar esses dados ele utiliza seus conhecimentos anteriores e suas capacidades operatórias, efetuando sua investigação e reflexão em uma sequência de operações cognitivas, elaboradas segundo suas características pessoais e segundo as características da situação de aprendizagem.

3.6. Elaboração de síntese explicativa do processo de resolução praticado e sinalização de novas situações-problema

O módulo didático desenvolvido foi concluído com vídeos de documentários científicos sobre as formigas, estes sintetizaram os conceitos trabalhados durante as aulas. Após os quais, os alunos responderam a um questionário para sintetizar com suas palavras os conteúdos abordados e o processo pelo qual chegaram à resolução do problema proposto. Seguem as sínteses elaboradas pelos alunos A1 e A3 como exemplos: "Eu aprendi que as formigas são muito organizadas, a rainha que vai para o voo nupcial, logo perde as asas, o desenvolvimento que é ovo, larva, pupa e adulto e entre outras coisas" (A1); e "Aprendi os tipos de espécies que existem, aprendi sobre os formigueiros, porque elas andam em fila, aprendi como ocorre a cópula, sobre o voo nupcial, sobre os alimentos, aprendi muitas coisas" (A3).

Ao analisar as sínteses, foi possível evidenciar que os alunos participantes conseguiram interligar e relacionar os diversos conteúdos trabalhados ao longo da sequência didática desenvolvida na abordagem investigativa. Quando questionados sobre a metodologia utilizada, os alunos demonstraram interesse e anseio em utilizar com maior frequência esse tipo de estratégia didática, como se observa nos seguintes enunciados: "Sim, porque do modo como foi ensinado foi bem legal, eu aprendi melhor, pois nós mesmos que acabamos respondendo nossas próprias perguntas" (A3); "Gostei, pois a gente respondeu nossas próprias perguntas" (A2); e, "Gostei muito, bom se todas as aulas fossem assim" (A1).

Ao final do desenvolvimento da sequência didática, os alunos chegaram a resolução do problema inicial "Porque as formigas andam em fila?" conseguindo conectar e relacionar os conceitos trabalhados, compreendendo a importante função dos feromônios para a comunicação e reconhecimento das formigas e consequente explicação do comportamento de andar em filas de algumas espécies de formigas, como pode ser observado nas falas de A2 e A5 respectivamente: "Compreendi que elas se organizam pelos seus feromônios" e "Eu aprendi sobre os feromônios o porquê elas andam em fila".

O diálogo apresentado na sequência evidencia a resolução do problema proposto inicialmente, e que o mesmo não foi solucionado na primeira aula e sim no decorrer de todas as aulas. B1 retoma: "Pessoal lembram-se da pergunta inicial?". Todos os alunos respondem em coro: "Porque as formigas andam em fila?". A4 sintetiza: "É por causa do feromônio, porque uma formiga vai soltando o feromônio num lugar e as outras vão sentindo o cheiro, daí elas andam em fila. Acertei? Não neh?!" B1 fala: "Você acertou, mas não é só isso! Tudo o que vocês foram falando ao longo das aulas que passaram e da aula de hoje!" B2 complementa: "E por onde que a formiga vai deixando esse rastrinho? Por onde sai esse feromônio?" [...] "Falamos na primeira aula, por isso que uma aula liga na outra". A3 grita: "Ah pelo abdômen!" B2 questiona: "Sim, mas que região do abdômen, que parte do abdômen?" [...] "Lembram da anatomia." [...] A4 destaca: "Gaster".

Percebe-se que os alunos fizeram uma síntese final coletiva, com a mediação de B1 e B2, na qual explicitaram que as formigas possuem uma estrutura anatômica, chamada gaster, responsável pela liberação de feromônio que possibilita que as mesmas se reconheçam e se organizem em fila, além dos outros vários mecanismos de comunicação, dentre outros conhecimentos biológicos relacionados.

4. Reflexões finais

Por meio da abordagem investigativa os alunos deixaram seu estado de inércia, muito comum no ensino tradicional, e foram acometidos a buscar a resolução do problema apresentado, com a mediação de B1 e B2 na construção do conhecimento e não como professores que fornecem o conteúdo pronto. Conforme já mencionado, vários autores como Sanmartí (2002), Fourez (2003), Azevedo (2004), Carvalho et al, (2004) e Krasilchik (2008) defendem que esta abordagem além de proporcionar o trabalho em grupo e a cooperação, também estimula a troca de ideias, até chegar a acordos que levam aos resultados dos problemas propostos mediante a argumentação oral, respeitando a diversidade de ideias e comportamentos existentes em sala de aula. Podemos concluir que as atividades trabalhadas nessa perspectiva proporcionam um am-

biente mais adequado para uma aprendizagem significativa, já que para compreender os novos conhecimentos precisam recorrer aos seus conhecimentos anteriores que servem de âncora para os primeiros. Além disso, a abordagem investigativa utilizada proporciona a formação de alunos da educação básica capazes de pensar criticamente, interpretar e resolver situações problemas, além de torna-los mais ativos e participantes.

A iniciativa do PIBID/Biologia sinaliza uma possibilidade de uma melhor integração entre alunos, escola, universidade e sociedade, trazendo muitos benefícios para as partes envolvidas. No ensino de Biologia esse entrelaçamento tem gerado resultados positivos. Os alunos têm contato com diferentes temas, assuntos, aulas práticas, experimentos, entre outras atividades diversificadas que se tornam possíveis com o trabalho em conjunto entre professores e "pibidianos" (acadêmicos bolsistas do programa PIBID), além de trazer para a sala de aula novas metodologias, buscando melhorar o ensino aprendizagem e a construção do conhecimento.

5. Referências bibliográficas

- Alves, N. (Org.). 2002. *Criar currículo no cotidiano*. São Paulo: Cortez.
- Amorim, D.S. 2001. Diversidade biológica e evolução: uma nova concepção para o ensino de Zoologia e Botânica no 2º grau. In: Barbieri M. R. et al. *A construção do conhecimento pelo professor*. Ribeirão Preto: Ed. Holos/FAPESP.
- Azevedo, M.C.P.S. de. 2004. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: Carvalho, A.M.P. de (org.). *Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo: Thomson.
- Bachelard, G. *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Rio de Janeiro: Contraponto.
- Bardin, L. 2004. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Brasil. 1998. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais/Secretaria de Educação Fundamental – Brasília: MEC/SEF. Em <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf> consultado em 01 de outubro de 2013.
- Carvalho, A.M.P. (org); Azevedo, M.C.P.S de., Nascimento, V.B. de., Cappechi, M.C. de M., Vannucchi, A.I., Castro, R.S. de., Pietrocola, M., Vianna, D.M. & Araujo, R.S. 2004. *Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning.
- Clement, L. & Terrazzan, A.E. 2011. Atividades didáticas de resolução de problemas e o ensino de Conteúdos procedimentais. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 6(1): 87-101. Em: <http://reiec.sites.exa.unicen.edu.ar/volumen-6-nro-1-2011-1> consultado em 08 de abril de 2014.
- Deboer, G.E. 2006. Historical Perspectives on Inquiry Teaching in Schools In Flick, L.D. and Lederman, N.G. (Ed.), *Scientific Inquiry and Nature of Science*, Netherland, NED, Springer.
- Ellwood, M.D.F. & Foster, W.A. 2004. Doubling the estimate of invertebrate biomass in a rainforest canopy. *Nature*, 429: 549-551.
- Fisher, R.F. & Binkley, D. 2000. *Ecology and management of forest soil*. London: John Wiley.
- Fourez, G. 1995. *A construção das ciências: introdução à filosofia e à ética das ciências*. São Paulo: Editora da Unesp.
- Fourez, G., Englebert-Lecompte, V. & Mathy, P. 1997. *Saber sobre nuestros saberes: um léxico epistemológico para la enseñanza*. Buenos Aires: Ediciones Colihue.
- Fourez, G. 2003. Crise no ensino de ciências? *Investigações em Ensino de Ciências*, 8 (2): 109-123.
- Gil Pérez, D.; Torregrosa, J. M.; Ramírez, L.; Carrée A. D.; Gofard M. & Carvalho, A. M. P. de. 1992. Questionando a didática de resolução de problemas: elaboração de um modelo alternativo. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis: UFSC, 9(1), 07-19.

- Giordan, A. & Vecchi, G. 1996. *As origens do saber: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Hodson, D. 1992. In Search of a Meaningful Relationship: na exploration of some issues relating to integratin in science na science education. *International Journal of Science Education*, 14 (5): 541-566.
- Ires, M.G., Huertas, Y.S. & Ortells, M.S. 2013. Aprendizaje basado en problemas en Biología Celular: una forma de explorar la ciência. *Revista de Educación en Biología*, 16 (2): 67-77.
- Krasilchik, M. 2008. *Prática de ensino de biologia*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.
- Krasilchik, M. 2009. Biologia – ensino prático. In: Caldeira, A.M. de A. & Araujo, E.S.N.N. (Orgs.). *Introdução à didática da biologia*. 1. Ed. São Paulo: Escrituras.
- Lewin, A.M.F. & Lamáscolo, T.M.M. 1998. La metodología científica en la construcción de conocimientos. *Enseñanza de las ciencias*, 20(2): 147-151.
- Lobry de Bruyn, L.A. 1999. Ants as bioindicators of soil function in rural environments. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74: 425-441.
- Longino, J.I., Coddington, J.A. & Colwell, R.K. 2002. The Ant Fauna of a tropical rainforest: estimating species richness three different ways. *Ecology*, 83(3): 689-702.
- Menegat, T.M.C., Clement, L. & Terrazzan, E. 2007. Textos de divulgação científica em aulas de física: uma abordagem investigativa. In: *Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*, 6, Florianópolis/SC: ABRAPEC. 2007.
- Moreira, M.A. & Greca, I.M. 2003. A mudança conceitual: análise crítica e propostas à luz da teoria da aprendizagem significativa. *Ciências e Educação*, 9(2): 301-315. Em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/amudancaconceitual.pdf> consultado em 16 de outubro de 2013.
- Moreira, M.A. 1983. *Uma abordagem cognitiva ao ensino de física*. Porto Alegre: Editora da Universidade.
- MOREIRA, M. A. 2012. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. In: MOREIRA, M. A. (Orgs.). *Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, diagramas V e unidades de ensino potencialmente significativas*, 41-54. Em: http://paginas.uepa.br/erasnorte2013/images/sampled/figuras/aprend_%20signif_%20org_prev_mapas_conc_diagr_v_e_ueps.pdf#page=41 consultado em 30 de setembro de 2014.
- Mortimer, E.F. 1996. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? *Investigações em Ensino de Ciências*, 1(1): 20-39.
- Oliveira, A.L. 2013. Um estudo sobre a formação inicial e continuada de professores de ciências: o ensino por investigação na construção do profissional reflexivo. *Tese de Doutorado*, Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- Sá, E.F. de., Paula, H. De F., Lima, M.E.C. de C. & Aguiar, O.G. de. 2007. As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso especialização em ensino de ciências. *Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*, Florianópolis/SC: ABRAPEC. 2007.
- Sanmartí, N. 2002. *Didáctica en las ciencias en la educación primaria*. Madrid: Síntesis.
- Santos, S.C.S. & Terán, A.F. 2013. Condições de ensino em Zoologia no nível fundamental: o caso das escolas municipais de Manaus-AM. *Revista Amazônica de Ensino de Ciências*, Manaus, 6: 01-18.
- Soussan, G. 2003. *Enseigner les sciences experimentales: didactique et formation*. Santiago: OREALC.
- Stork, N.E. 1991. The composition of arthropod fauna of bornean lowland rainforest trees. *Journal of Tropical Ecology*, 7: 161-180.
- Ukan, D. 2011. Análise dos resíduos produzidos por formigueiros de *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae) em laboratório e em condições de campo. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.