

Ensino por investigação: análise de uma atividade experimental em sala de aula de Biologia

Inquiry teaching: Analysis of an Experimental Activity in Biology Classroom

Patricia Silveira da Silva Trazzi

Universidade Federal do Espírito Santo
patriciatrazzi.ufes@gmail.com

Elizabeth Detone Faustini Brasil

Universidade Federal do Espírito Santo
elizabethfaustini@gmail.com

Resumo

Esta pesquisa tem como objetivo analisar uma atividade experimental em sala de aula de Biologia na perspectiva do Ensino por Investigação. Trata-se de uma pesquisa de cunho qualitativo e colaborativo com alunos da 1ª série do Ensino Médio de uma escola pública estadual de Vitória, Espírito Santo - ES. Os dados foram produzidos por meio de observações e filmagens de aulas. Os resultados apontaram para a delimitação de três categorias de análise: (i) o processo de problematização; (ii) o papel do erro no processo investigativo; (iii) protagonismo do professor e dos alunos. As análises das categorias revelaram o caráter parcialmente investigativo da atividade experimental. O protagonismo da professora mostrou-se mais acentuado do que o dos alunos e a participação dos estudantes limitou-se mais a seguir as diretrizes da professora.

Palavras chave: ensino por investigação, atividade experimental, ensino de Biologia.

Abstract

This research aims to analyze an experimental activity in the Biology classroom from the perspective of inquiry teaching. This is a qualitative and collaborative research with students of the 1st grade of a State Public School in Vitória-ES. The data were produced through observations and filming of classes. The results point to the delimitation of three categories of analysis: (i) the problematization process; (Ii) the role of error in the investigative process; (Iii) protagonism of the teacher and students. The analysis of the categories revealed the partially investigative character of the experimental activity. The teacher's role was more pronounced than that of the students, and the participation of the students was limited to following the teacher's guidelines

Key words: experimental activity, inquiry teaching, biology teaching

Introdução

Esta pesquisa tem como objetivo analisar uma atividade experimental em sala de aula de Biologia na perspectiva do Ensino por Investigação realizada em uma escola pública estadual do município de Vitória- ES. Iniciamos este artigo delimitando qual a concepção de atividade experimental abordada nesta pesquisa e a qual concepção de Ensino por Investigação estamos nos filiando.

O uso de atividades experimentais no ensino de Ciências não é uma proposta recente. Desde o século XIX, estas atividades já faziam parte do currículo nacional de Ciências de alguns países, como, por exemplo, os Estados Unidos. Desde essa época, são muitos os pesquisadores que defendem o desenvolvimento de atividades experimentais como uma importante estratégia para ensinar Ciências. Entretanto, o papel que estas atividades têm ocupado nos currículos de Ciências permanece objeto de discussão e de debate.

No cenário mundial, a partir das décadas de 50 e 60 (durante a corrida espacial e a Guerra Fria instalada entre os Estados Unidos e a antiga União Soviética), o governo dos EUA incentivou os cientistas a se engajarem no desenvolvimento de currículos de Ciências que preparassem novos cientistas para a corrida tecnológica do futuro. Assim, as atividades experimentais receberam destaque nas reformas curriculares da década de 60, com a intenção de que os estudantes aprendessem como os cientistas trabalhavam.

Atualmente, em muitas escolas brasileiras que utilizam essa estratégia de ensino, as atividades experimentais são concebidas como um mero recurso auxiliar para facilitar a transmissão de conhecimentos. Neste caso, os principais objetivos apresentados para as atividades são: testar uma lei científica, ilustrar ideias e conceitos discutidos nas aulas teóricas (BORGES, 2002). Com o objetivo de romper com esta ideia de experimentação, nesta pesquisa, utilizamos uma abordagem para as atividades experimentais em outra perspectiva, denominada “Ensino por Investigação”. Na última década, temos percebido um interesse crescente pelo tema entre os pesquisadores e educadores da área de Ciências no Brasil (BORGES, 2002; AZEVEDO, 2009; CARVALHO, 2009; MUNFORD; LIMA, 2007; SÁ, 2009, SÁ; LIMA; AGUIAR JUNIOR, 2011). Contudo, o entendimento sobre sua concepção diverge entre alguns pesquisadores.

Para Sá (2009), não há uma única definição para o termo “Ensino por Investigação”, mas aponta que, nesta abordagem de ensino, há uma grande valorização da ação dos estudantes no processo de aprendizagem.

Nesse sentido, Sá (2009) aponta algumas características desse tipo de atividade investigativa:

1. Apresentam um problema que não necessariamente precisa ser um problema aberto¹.
2. Valorizam o protagonismo e a autonomia do aluno quando o mesmo se engaja na solução desse problema.
3. Esse problema precisa ser reconhecido pelos estudantes como passível de ser resolvido de forma individual ou de forma coletiva.
4. Implicam uma postura diferente do professor em sala de aula, à medida que este não diz de imediato quais seriam as respostas desse problema. O professor provoca o questionamento dos alunos, permitindo que os mesmos levantem hipóteses sobre os possíveis resultados.

¹ O grau de abertura de um problema depende, segundo Borges (2002), de o quanto o professor ou o roteiro estabelecido especifica ou direciona a atividade para o aluno. E também depende da relação do estudante com este tipo de atividade.

5. Implicam também uma postura diferente dos alunos em sala de aula. Os mesmos precisam se sentir curiosos e instigados a resolver o problema.

6. Desencadeiam debates e argumentação, permitindo múltiplas interpretações.

Para Sá (2009), o ambiente de ensino e aprendizagem, no qual as atividades acontecem, caracteriza muito mais o ensino por investigação do que as atividades em si mesmas. A autora também aponta que as atividades investigativas não são restritas às atividades de caráter experimental, ou seja, outras atividades podem também ter um caráter investigativo. Nesta pesquisa, nos deteremos em focar nossa discussão em torno das atividades experimentais investigativas.

Com relação aos níveis de investigação no laboratório de ciências, Borges (2002) estabelece 4 níveis como parâmetros investigativos (quadro 1):

No nível 0, o qual corresponde aproximadamente ao extremo de ‘problema fechado’, são dados o problema, os procedimentos e aquilo que se deseja observar/verificar, ficando a cargo dos estudantes coletar dados e confirmar ou não as conclusões. No nível 1, o problema e procedimentos são definidos pelo professor, através de um roteiro, por exemplo. Ao estudante cabe coletar os dados indicados e obter as conclusões. No nível 2, apenas a situação-problema é dada, ficando para o estudante decidir como e que dados coletar, fazer as medições requeridas e obter conclusões a partir deles. Finalmente, no nível 3 – o mais aberto de investigação – o estudante deve fazer tudo, desde a formulação do problema até chegar às conclusões (BORGES, 2002, p.23).

Quadro 1- Níveis de investigação no laboratório de ciências.

Nível de Investigação	Problema	Procedimentos	Conclusões
Nível 0	Dados	Dados	Dados
Nível 1	Dados	Dados	Em aberto
Nível 2	Dados	Em aberto	Em aberto
Nível 3	Em aberto	Em aberto	Em aberto

Fonte: Borges (2002, p. 23)

Segundo Borges (2002), as atividades experimentais investigativas devem ser bem planejadas, e, por isso, os professores precisam considerar nesse planejamento quais os objetivos pretendidos, os recursos disponíveis e também o levantamento das hipóteses dos estudantes sobre os possíveis resultados do experimento, considerando que os fenômenos precisam ser explicados em vez de serem simplesmente memorizados. E para isso, o autor recomenda atividades pré-experimento (levantamento das hipóteses dos estudantes) e pós-experimento (discussão e explicação dos resultados e também limitações do experimento).

Para o autor, quando um experimento “dá errado”, geralmente os professores passam a evitar repeti-lo no futuro porque este não apresentou os resultados esperados, ou seja, o resultado dito certo. Segundo Borges (2002, p. 8): “As causas do erro não são investigadas e uma situação potencialmente valiosa de aprendizagem se perde, muitas vezes por falta de tempo. [...] o resultado se torna mais importante que o processo, em detrimento da aprendizagem”.

Nesta perspectiva, Munford e Lima (2007) apontam para a necessidade de incorporar no ensino por investigação uma concepção de ensino que seja “interativo e dialógico, baseado em atividades capazes de persuadir os alunos a admitirem as explicações científicas para além dos discursos autoritários, prescritivos e dogmáticos” (MUNFORD; LIMA, 2007, p.22).

Desta forma, partimos de uma concepção de ensino e aprendizagem denominada histórico-cultural, na qual o foco é o processo interativo e dialógico ocorrido entre professor e alunos e

entre alunos e alunos na produção/construção do conhecimento científico na sala de aula. Neste contexto, os conhecimentos científicos que circulam vão sendo ressignificados a partir das experiências pessoais dos envolvidos no processo e as experiências anteriores dos alunos vão sendo ressignificadas conforme os conhecimentos científicos vão sendo discutidos, a partir da atividade experimental.

Azevedo (2009) também evidencia a importância das atividades investigativas em sala de aula de Ciências, destacando a relevância do contexto de realização dessas atividades. Para a autora, é preciso criar condições para que os alunos façam, isto é, resolvam o problema em sala de aula, contemplando o que Hodson (1998) chama de engajar os alunos em fazer ciências. Depois, é preciso que os alunos compreendam o que fizeram, ou seja, o “como conseguiram” e o “porquê”, considerando o que Hodson (1998) chama de aprender sobre ciências e aprender o conteúdo científico em si.

Metodologia

A pesquisa é de cunho qualitativo e colaborativo, na qual trabalhamos junto com uma professora de Biologia e com uma turma de 26 alunos da 1ª série do Ensino Médio de uma escola pública estadual de Vitória- ES. Os dados foram produzidos por meio de observações das atividades com anotações em diário de campo e filmagens de aulas com transcrições.

A atividade experimental desenvolvida teve como proposta integrar os conteúdos de fotossíntese e respiração celular aos conteúdos de ecologia, presentes na proposta curricular da 1ª série do currículo do Estado do Espírito Santo.

A escolha dessa atividade experimental investigativa foi realizada com materiais simples trazidos pelos alunos, como garrafas PET transparentes, terra e pequenas plantas, o que reforça a tese de Borges (2002), na qual não é necessário um laboratório com aparelhos sofisticados, podendo as atividades experimentais serem realizadas muitas vezes em sala de aula com materiais simples e até sucatas. O autor defende que, mais que um ambiente sofisticado, é necessário que o professor saiba fazer um planejamento bem feito, que apresente com clareza os objetivos da atividade.

Num primeiro momento, foi elaborado um planejamento das atividades, que incluiu a elaboração de uma atividade pré-experimento (Borges, 2002) para levantamento das hipóteses dos estudantes e problematização da atividade experimental investigativa. O planejamento desta atividade baseou-se em uma proposta contida no artigo de Medeiros, Costa e Lemos (2009). No entanto, foram feitas adaptações e ao final elaboramos um questionário com duas questões que previam a montagem de duas atividades, as quais continham a formulação de duas situações-problema (Quadro 2). A este questionário, denominamos: “Questionário de levantamento das hipóteses dos alunos sobre os resultados de duas situações-problema 1 e 2 da atividade experimental investigativa”, o qual serviu também como roteiro para que os alunos pudessem montar as atividades posteriormente.

Num segundo momento, a professora dividiu a turma em dois grupos: um grupo que montou e acompanhou a atividade 1 e o outro, a atividade 2. No laboratório de ciências da escola, os estudantes responderam ao questionário e montaram os experimentos. Este questionário teve o intuito de compreender o que os alunos pensavam que iria acontecer em cada uma das situações-problema. Para responder ao questionário, os alunos podiam conversar entre si, levantando hipóteses acerca das situações. Millar (1989) nos diz que para uma compreensão da ciência em uma atividade experimental em sala de aula, é preciso que o professor incentive os alunos a levantarem hipóteses sobre um mesmo experimento em situações distintas, para que possam contrastar hipóteses. O objetivo é poder proporcionar aos alunos a experiência

direta das dificuldades em chegar a um consenso sobre a interpretação de dados científicos. Durante duas semanas, os alunos acompanharam, observaram e coletaram dados realizando anotações e pesquisas.

A seguir, apresentamos o quadro 2 com o questionário com as duas situações- problema:

Quadro 2. Questionário de levantamento das hipóteses dos alunos sobre os resultados das situações-problema 1 e 2 da atividade experimental investigativa

Questionário de levantamento das hipóteses dos estudantes a ser aplicado após a montagem das atividades experimentais investigativas
Instruções: Analise cada uma das situações abaixo e escreva o que você pensa que irá acontecer:
a) Situação “1”, recipiente aberto, terra úmida e colocado em ambiente iluminado
Se você colocasse uma pequena planta dentro de um recipiente aberto, com a terra úmida e em ambiente iluminado, o que você acha que aconteceria com a planta dentro de alguns dias? Por quê? Explique:
b) Situação “2”, recipiente fechado, terra úmida e em ambiente iluminado
E se você colocasse uma pequena planta dentro de um recipiente fechado, que não desse para entrar ar, com a terra úmida e em ambiente iluminado. O que você acha que aconteceria com a planta dentro de alguns dias? Por quê? Explique:

Fonte: elaborado pelas autoras.

Num terceiro momento, os estudantes levaram seus experimentos para sala de aula e a atividade foi conduzida pela professora, onde houve debate e explicações sobre os resultados obtidos.

A análise dos dados seguiu a técnica da análise de conteúdo proposta por Bardin (1977), na qual extraímos, a posteriori, categorias de análise baseadas nas características do Ensino por Investigação propostas por autores como Sá (2009) e Borges (2002).

Ensino por Investigação na atividade experimental

A partir da análise dos dados, extraímos três categorias de análise, a saber: (i) o processo de problematização; (ii) o papel do erro no processo investigativo; (iii) protagonismo do professor e dos alunos.

O processo de problematização

Conforme apontam Sá (2009) e Borges (2002) uma das características de uma atividade investigativa é apresentar um problema, que não, necessariamente, precisa ser um problema aberto. O grau de abertura do problema dependerá do quanto o professor ou o roteiro estabelecido especifica ou direciona a atividade para o aluno. No caso da atividade experimental realizada, o problema apresentou-se na forma de duas situações, a situação 1 e a situação 2 (Quadro 2), nas quais os estudantes precisaram, inicialmente, levantar hipóteses sobre o que achavam que iria acontecer com uma planta nas duas situações-problema: quando colocada dentro de um ambiente com terra, molhado, iluminado e aberto e outro com uma planta em ambiente com terra, molhado, iluminado e totalmente fechado. E depois justificar se em cada uma das situações a planta sobreviveria ou não e o porquê. Nesta atividade, os estudantes conversaram entre si, debateram, argumentaram e realizaram o registro escrito individual de seus conhecimentos prévios, caracterizando o que Borges (2002) denomina de atividade pré-experimento.

No caso da situação 1 do experimento, ou seja, naquela na qual a planta é colocada em um recipiente aberto, com a terra úmida e em ambiente iluminado, todos os estudantes responderam na atividade pré-experimento que a planta sobreviveria, justificando que a planta

teria todas condições para sobreviver como o oxigênio, a água e a luz, o que, de fato, deveria acontecer em uma situação ideal, conforme evidencia o seguinte depoimento:

Aluno - A planta irá sobreviver, pois terá ar oxigênio, luz solar, água e tudo que precisa para sobreviver.

No entanto, ao longo das observações do experimento, a planta não sobreviveu. Este fato provocou uma tensão entre o resultado verificado a partir do experimento e o resultado esperado. A professora, assim como os alunos, esperava um resultado para a situação 1 do experimento, que não aconteceu. A expectativa era de que a planta sobrevivesse por se encontrar nas condições em que todos os fatores necessários para sua sobrevivência estavam presentes.

Já na situação 2 do experimento, ou seja, na qual a planta foi colocada em ambiente com terra, molhado, iluminado e totalmente fechado todos os estudantes responderam na atividade pré-experimento que a planta morreria sufocada devido a falta de ar, ou seja, por não poder respirar, como evidencia o extrato:

Aluno - Ela morreria porque a planta tá num recipiente fechado e o oxigênio não entraria e isso faz a planta morrer.

Neste caso, as hipóteses dos alunos não foram confirmadas por se tratarem de concepções alternativas, baseadas no senso comum. Concepções estas que, associam a fotossíntese à própria respiração da planta, já amplamente pesquisadas na literatura da área de Educação em Ciências (STAVY; EISEN; YAAKOBI, 1987; SEYMOUR; LONGDEN, 1991). No entanto, é importante ressaltar que, as concepções alternativas são construídas no plano social e não são uma propriedade do indivíduo.

Neste contexto, a professora desencadeou um processo investigativo junto aos alunos, tentando compreender as razões que levaram ao resultado não esperado, conduzindo ao que denominamos “o papel do erro no processo investigativo”.

O papel do erro no processo investigativo

Durante as situações 1 e 2 vivenciadas, a professora interagiu com os alunos conforme segue:

Professora - Vamos lá. Meninas, meninos, deixa eu falar uma coisa para vocês: como que era o experimento de vocês? [chama a atenção da classe e pega o material do experimento na mão].

Aluno 1 - Ambiente aberto, molhada, com luz solar.

Professora - E o que aconteceu com o experimento de vocês?

Aluno 2 - A planta morreu.

Depois de explicarem as condições de realização da situação 1 do experimento, a constatação dos alunos foi a de que a planta morreu. E neste sentido, a professora continua a interação perguntando:

Professora - Vocês acham que a planta morreu por causa de quê?

Aluna 1 - Sem água.

Aluna 2 - Por causa do sol.

A professora então inicia sua argumentação, construindo com os alunos a ideia de que existem fatores envolvidos no processo de manutenção da vida de uma planta, como mostra este extrato:

Professora - [...] Quais os fatores que determinam que uma planta vai crescer e desenvolver e se manter viva?

Aluno 1 - Água, luz solar.

Professora - Não é só luz solar não. Qualquer luz, luz artificial.

Aluno 3 - Oxigênio.

Professora - Então o oxigênio é um fator. Mais o quê?

Professora - Então, uma planta para se manter viva, eu vou colocar aqui no quadro para a gente fazer relato disso. Então, olha pra mim, oh! oh! oh!

Então: para se manter viva, vivo, o vegetal precisa de água, luz, oxigênio, e o que mais vocês acham?

Em seguida, a professora informa aos alunos que a planta utilizada no experimento (beijinho japonês) tem como característica ser uma planta que vive bem na sombra e que é preciso levar isso em consideração no resultado do experimento, porque se esperava um resultado (a planta sobreviveria na situação 1) e esse resultado não aconteceu, já que a planta morreu. Esta informação adicional foi necessária para possibilitar a professora discutir com os alunos sobre o experimento, seus propósitos e resultados. Dessa forma, ficou evidenciado que não há um resultado único para o problema proposto pela situação 1 do experimento, como também, a existência de variáveis que podem influenciar no resultado, conforme evidencia o extrato:

Professora - [...] O nome dessa planta que usamos foi a Impaties SP [escreve no quadro o nome da planta, considerando a forma da escrita científica]. São várias espécies de um mesmo gênero que a gente chama vulgarmente [...] de beijinho japonês. Então, anota aí. É uma planta que vive bem na sombra, ela não gosta de calor, não, quando coloca muita luz em cima dela, ela não suporta muito calor, não. Então, temos que levar isso em conta no experimento.

Esta passagem demonstra uma característica importante de uma atividade investigativa, que é a imprevisibilidade dos resultados e que a medida depende de diversas variáveis. Além disso, o professor, em sala de aula, não diz de imediato quais seriam as respostas ao problema investigado, sendo seu papel provocar questionamentos e levantamento de hipóteses sobre os possíveis resultados (SÁ; LIMA; AGUIAR JUNIOR, 2011).

Na situação 1 do experimento, a expectativa era a de que a planta iria sobreviver, ou seja, o objetivo era mostrar que, tendo os elementos necessários, a planta sobreviveria, mas isso não aconteceu, e nesse sentido, o contexto também influenciou o resultado. A compreensão de que os experimentos foram realizados na escola, onde as condições objetivas de investigação não são as mesmas de um laboratório, que promove o controle de variáveis, é muito importante. Afinal, existem diferenças entre atividades experimentais feitas na escola e em laboratórios onde as pesquisas científicas de ponta são desenvolvidas (BORGES, 2002; MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009).

Na situação 2, ou seja, na qual a planta foi colocada em ambiente com terra, molhado, iluminado e totalmente fechado, todos os estudantes responderam, na atividade pré-experimento, que a planta morreria sufocada devido a falta de ar. No entanto, no decorrer das semanas, os alunos observaram que a planta sobreviveu e até cresceu contrariando suas hipóteses iniciais. Coube, então, à professora realizar junto aos alunos a mediação pedagógica para que o processo investigativo fosse realizado, chegando ao consenso sobre os resultados obtidos na situação 2 do experimento.

Em ambos os casos, a professora teve um papel fundamental na compreensão dos resultados dos experimentos, o que nos conduz a considerar que os mesmos não determinam a ação de um modo estático e mecânico (WERTSCH, 1999). A ferramenta cultural “experimento”, sozinha, é incapaz de fazer alguma coisa, ou seja, é necessário um agente (professora) que saiba operar com ela de forma hábil para que a investigação aconteça.

Protagonismo do professor e dos alunos

O protagonismo e a autonomia dos alunos e dos professores são, segundo Sá (2009), fundamentais para o ensino por investigação, na qual o estudante engaja-se não somente na solução do problema proposto, como também na execução e organização da atividade. Além disso, o estudante, segundo a autora, precisa reconhecer que o problema a ser resolvido é passível de ser resolvido de forma individual ou de forma coletiva. Nesta abordagem de ensino há uma postura diferente dos alunos em sala de aula: os mesmos precisam se sentir curiosos e instigados a resolver o problema de forma ativa e participativa. E neste sentido, o professor também ocupa uma postura diferente, à medida que este não diz de imediato quais seriam as respostas desse problema. O professor provoca o questionamento dos alunos, permitindo que os mesmos levantem hipóteses sobre os possíveis resultados.

No entanto, na atividade proposta, a professora conduziu toda a atividade de modo que o protagonismo dos estudantes ficou, na maioria das vezes, limitado à realização das diretrizes da professora como: trazer o material reciclado para a atividade, montar a atividade a partir de um roteiro pré-determinado, levantar hipóteses a partir de um problema previamente estabelecido, acompanhar a atividade e realizar registrar para a elaboração de relatórios. Analisando as situações-problema 1 e 2 realizadas com os alunos no laboratório de ciências, em relação aos níveis de investigação propostos por Borges (2002) (quadro 1), verificamos que a atividade investigativa realizada se encontra no nível 1, uma vez que apresentou as características: o problema e os procedimentos foram definidos pela professora por meio de um roteiro pré-estabelecido; os estudantes coletaram os dados indicados e as conclusões foram construídas em conjunto com a professora.

Considerações finais

Na atividade experimental analisada foram identificadas as seguintes categorias de análise: (i) processo de problematização; (ii) o papel do erro no processo investigativo; (iii) protagonismo do professor e dos alunos. As análises das categorias revelaram o caráter parcialmente investigativo da atividade experimental desenvolvida, a qual situa-se no nível 1, no qual o problema e procedimentos foram definidos pela professora por meio de um questionário de levantamento das hipóteses dos alunos sobre os possíveis resultados de duas situações-problema da atividade; os estudantes coletaram os dados e as conclusões ficaram em aberto para serem obtidas em consenso com a professora. Neste contexto, o protagonismo da professora mostrou-se mais acentuado do que o dos alunos e a participação dos estudantes limitou-se mais a seguir as diretrizes da professora.

Ficou evidenciado também que, para uma melhor compreensão do papel da experimentação no contexto escolar, devemos considerar as diferentes visões epistemológicas que envolvem as atividades experimentais realizadas nas escolas e em ambientes de pesquisa. A concepção de experimento tem uma história que se origina na base da atividade científica e na origem da ciência moderna, com a introdução dos ideais do método científico como sequência linear de etapas de uma investigação e da concepção cartesiana de objetividade, neutralidade, empiria e quantificação para verificação de resultados mensuráveis. Nessa visão, a intenção do experimento seria comprovar a teoria por meio de teste de hipóteses, da observação neutra, do distanciamento do observador, como se os valores e as crenças desse sujeito não influenciassem nos dados e, conseqüentemente, na teoria produzida (CHALMERS, 1993; CACHAPUZ et al, 2005).

Diferentemente, a perspectiva adotada no planejamento da atividade experimental aqui

analisada, foi a de uma abordagem investigativa (MUNFORD; LIMA, 2007; SÁ, 2009, 2011), na qual o erro, a imprevisibilidade dos resultados, o questionamento, a problematização e a contextualização se fazem presentes na atividade científica. Dessa forma, a atividade investigativa escolar apresenta especificidades que a diferem de uma atividade investigativa experimental que tenha como objetivo o desenvolvimento de pesquisas de ponta em laboratórios de instituições científicas (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009). Neste sentido, para que possamos viabilizar o ensino por investigação em sala de aula, é de suma importância o protagonismo e a autonomia do professor como autor das propostas pedagógicas e dos alunos como sujeitos da aprendizagem.

No entanto, apesar da professora ter como propósito envolver os alunos na atividade e interagir com os mesmos, a participação e o questionamento dos estudantes na interação foram restritos.

Referências

- AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Cengage Learning, 2009.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Florianópolis, SC, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.
- CACHAPUZ, A. et al. **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.
- CARVALHO, A. M. P. Critérios estruturantes para o ensino das ciências. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Cengage Learning, 2009.
- CHALMERS, A. F. **O que é ciência afinal?** Tradução de Raul Filker. São Paulo: Brasiliense, 1993.
- HODSON, D. Exploring and developing personal understanding through practical work. In: HODSON, D. **Teaching and learning science: towards a personalized approach**. Buckingham: Open University Press, 1998.
- MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. **Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos**. São Paulo: Cortez, 2009.
- MEDEIROS, S. C. S.; COSTA, M. F. B.; LEMOS, E. S. O ensino e a aprendizagem dos temas fotossíntese e respiração: práticas pedagógicas baseadas na aprendizagem significativa. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 8, n. 3, p. 923-935, 2009.
- MILLAR, R. Bending the evidence: the relationship between theory and experiment in science education. In: MILLAR, R. (Ed). **Doing Science: images of science in science education**. London, New York, Philadelphia: Falmer Press, 1989.
- MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? **Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 72-89, 2007.

SÁ, E. F. **Discursos de professores sobre ensino de ciências por investigação**. 2009. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

SÁ, E. F.; LIMA, M. E. C. C.; AGUIAR JUNIOR, O. A construção de sentidos para o termo Ensino por Investigação no contexto de um curso de formação. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 16, n. 1, p. 79-102, 2011.

SEYMOUR, J.; LONGDEN, B. Respiration – that's breathing isn't it? **Journal of Biological Education**, New York, v. 25, n. 3, p. 177-183, 1991.

STAVY, R.; EISEN, Y.; YAAKOBI, D. How students aged 13-15 understand photosynthesis. **International Journal of Science Education**, London, v. 9, n. 1, p.105-115, 1987.

WERTSCH, J. V. **La mente en acción**. Buenos Aires: Aique, 1999.