

# **O papel do erro na construção do conhecimento em atividades experimentais<sup>1</sup>**

## **The role of error in the construction of knowledge in experimental activities**

**Júlia Campos Freitas**

Universidade Federal de Minas Gerais  
juliacampos@ufmg.br

**Luciana Nami Kadooca**

Universidade Federal de Minas Gerais  
lkadooca@gmail.com

**Bibiane Lindsay Guimarães Matildes**

Universidade Federal de Minas Gerais  
bibalindsay@gmail.com

**Matheus Henrique Ferreira Maciel**

Universidade Federal de Minas Gerais  
matheushfmbh@hotmail.com

**Rosilene T. Rodrigues**

Universidade Federal de Minas Gerais  
rosyqui@gmail.com

**Anderson Cezar Lobato**

Universidade Federal de Minas Gerais  
quimicoufmg@yahoo.com.br

**Nilma Soares da Silva**

Universidade Federal de Minas Gerais  
nilmafaeufmg@gmail.com

### **Resumo**

Este trabalho apresenta a análise dos textos produzidos por estudantes do 1º ano do Ensino Médio de uma escola da rede pública de Minas Gerais sobre uma atividade experimental que não obteve os resultados esperados. A atividade foi desenvolvida no PIBID de Química da UFMG sendo abordado o tema do cultivo em hortas hidropônicas. Por meio da atividade foi possível observar a possibilidade do cultivo de plantas sem o uso de solo e, em alguns casos, as diferenças de desenvolvimento das plantas sob diferentes disponibilidades de nutrientes.

---

<sup>1</sup> Agradecimentos e apoio: FAPEMIG, CAPES e Faculdade de Educação da UFMG

Os resultados experimentais oportunizaram a abordagem dos fatores necessários para o bom desenvolvimento de plantas e alguns aspectos da produção do conhecimento científico, como a provisoriedade. A análise textual das hipóteses levantadas pelos estudantes para explicar os fatores que poderiam ter causado o resultado permitiu aos bolsistas compreender o papel do erro na construção do conhecimento científico em sala de aula.

**Palavras chave:** experimentação, erro, conhecimento científico

## **Abstract**

This work presents the analysis of the texts produced by students of 1st year of the high school of a public school of Minas Gerais about an experimental activity that did not obtain the expected results. The activity was developed in the PIBID of Chemistry of UFMG and the subject covered was the cultivation in a hydroponic garden. Through the activity, it was possible to observe the possibility of plant cultivation without the use of soil and, in some cases, the differences in plant development in different nutrient availability. The experimental results provided the interesting opportunity to address the necessary factors for the proper development of plants and some aspects regarding the production of the scientific knowledge. The analysis of the hypotheses raised by the students to explain the factors that could have caused the result allowed to understand the role of the error in the construction of scientific knowledge.

**Key words:** experimentation, error, scientific knowledge

## **Introdução**

A busca por um ensino de Química que seja mais significativo, bem como por formas que auxiliem no processo de ensino-aprendizagem de maneira a torná-lo mais dinâmico, vem sendo debatida ao longo dos anos por diversos pesquisadores em educação. As estratégias de ensino e aprendizagem são um dos elementos do processo de mediação do conhecimento em sala de aula e constituem procedimentos dinâmicos por meio dos quais se realiza o processo de construção do conhecimento científico (GASPARIN, 2005). Das diversas estratégias dentre as quais o professor pode escolher, a experimentação, aliada à postura do professor em incentivar os estudantes a explorar, desenvolver e dialogar com as ideias da ciência, pode contribuir para um ensino de ciências mais significativo.

Buscando tornar claro o que essa estratégia de ensino significa no contexto escolar, Silva *et al* (2011, p.235) afirmam que “A experimentação no ensino pode ser entendida como uma atividade que permite a articulação entre fenômenos e teorias. Desta forma, o aprender Ciências deve ser sempre uma relação entre o fazer e o pensar.” Portanto, acredita-se ser necessário tornar a experimentação um processo de investigação dentro do ensino de ciências, permitindo ao sujeito a formação do pensamento e a apropriação de conceitos importantes (GIORDAN, 1999)

Concordamos com Salvadego e Laburú (2009) quando apontam que as atividades experimentais demonstram ser de grande importância, pois permitem ao professor uma maneira de dar mais significado aos conceitos químicos abordados em suas aulas. Considerando a importância da inserção deste tipo de atividade no cotidiano escolar, é esperado que o docente busque ferramentas que permitam contextualizar as práticas propostas e que apresentem valor notório para a construção do conhecimento, como afirmado em documentos oficiais em educação onde são sugeridas competências e habilidades a serem

desenvolvidas em Química.

O presente trabalho foi desenvolvido com um grupo do subprojeto de química do PIBID na Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais. O Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) é um programa da Fundação Capes o qual possui o objetivo de incentivar, valorizar e aperfeiçoar a formação de professores para a educação básica. O PIBID possibilita a inserção de bolsistas em escolas regulares do ensino básico, sob o acompanhamento de um professor supervisor e um professor orientador vinculado a uma instituição de ensino superior.

O trabalho exercido por bolsistas em formação inicial participantes do PIBID possibilita a vivência no cotidiano escolar e o desenvolvimento de projetos diferenciados proporciona oportunidades a serem vivenciadas dentro de sala de aula, o que permite experiências para a formação profissional. Dentre as atividades desenvolvidas, a proposição de atividades, experimentais ou não, têm como foco os estudantes e as dinâmicas discursivas que potencializam o confronto de ideias e a consequente construção de conhecimentos em sala de aula. Segundo Mortimer, os estudantes devem engajar-se durante as aulas em atividades dialógicas entre o professor e a classe para que desenvolvam então o entendimento a respeito do que está sendo estudado (MORTIMER e SCOTT, 2002).

Em algumas ocasiões, a realização destas atividades não sai como o esperado e é então que aparece a possibilidade de abordar o “erro” ocorrido analisando os resultados obtidos.

### **O papel do erro na construção do conhecimento**

Profissionais diretamente ligados a áreas experimentais estão acostumados a lidar com resultados inesperados e seguir na busca por respostas mais satisfatórias. Quando se está diante de uma sala de aula, o professor também pode se deparar com erros experimentais que não condizem com as expectativas da atividade proposta. Neste momento, o docente precisa ter uma rápida tomada de decisão para o prosseguimento da atividade, podendo optar por dar a ela um caráter mais investigativo (LIMA, DAVID e MAGALHÃES, 2008) ou descartá-la por não se enquadrar dentro do que foi planejado.

Quando o educador tem uma concepção problematizadora do erro, tratando-o não como uma questão que diz respeito estritamente ao resultado da operação, mas sim sob um enfoque construtivista, assumindo-o como parte da descoberta e da construção do conhecimento, ele admite uma postura de coletividade. A partir deste ponto, o processo de ensino-aprendizagem baseado no erro é alicerçado na interatividade entre professores e estudantes (NOGARO e GRANELLA, 2004).

Acredita-se então que neste momento o professor tem o importante papel de valorizar a ocorrência deste erro para instigar os estudantes a buscarem explicações que justifiquem o que ocorreu. A abordagem dos resultados obtidos permite também que os estudantes tomem conhecimento de que a ciência nem sempre traz resultados concretos e precisos. À luz dessa perspectiva, o erro torna-se parte importante na construção do saber e não deve ser tratado de forma excludente, uma vez que pode atuar como uma fonte rica de informações para a compreensão do conhecimento. Concordamos com Martins que “o conhecimento humano é uma busca sem fim que leva a resultados provisórios, não à verdade.” (MARTINS, 2007, p. 10) e, portanto, mostra-se um conhecimento dinâmico, que pode ser transformado a qualquer momento. Portanto, o erro faz parte da construção de conhecimento.

Este trabalho faz parte de uma pesquisa que demonstra de que maneira professores em formação inicial conduziram uma atividade em que foram submetidos a um resultado inesperado. Além disso, busca apresentar as hipóteses construídas pelos estudantes para o fenômeno observado, enumerando aquelas que foram mais recorrentes.

## **Metodologia**

### **O subprojeto Química do PIBID**

O PIBID-Química da Faculdade de Educação da UFMG é composto por 15 integrantes: uma professora coordenadora da Faculdade de Educação, três professoras supervisoras de escolas públicas de Belo Horizonte e 11 bolsistas licenciandos em Química.

### **Caracterização da escola**

A escola parceira do PIBID na qual o projeto foi desenvolvido existe há 92 anos, pertence à rede estadual e abrange apenas o Ensino Médio e está localizada na região central de Belo Horizonte - MG. Os alunos atendidos pela escola possuem perfis variados, pois são oriundos de diversas localidades da região metropolitana de Belo Horizonte. Nessa escola, 5 bolsistas do subprojeto de Química do PIBID atuam desenvolvendo projetos temáticos que visam contextualizar o ensino de Química para que a aprendizagem seja significativa para os alunos.

### **Caracterização das turmas**

O trabalho foi desenvolvido com quatro turmas do 1º ano do Ensino Médio, cada uma com aproximadamente 40 alunos. Como a escola é destinada apenas a alunos do Ensino Médio, as turmas de primeiro ano, principalmente, são heterogêneas, compostas por alunos oriundos de diversas escolas. Além disso, os alunos do 1º ano estão em um processo de adaptação ao ritmo do Ensino Médio e apresentam um nível de agitação maior do que as outras turmas do 2º e 3º anos da escola.

### **Caracterização da atividade**

A atividade desenvolvida com as turmas de primeiro ano faz parte de um material didático (PIUZANA e SILVA 2015) produzido por um aluno da linha de Ciências do Programa de Mestrado Profissional em Educação e Docência da Faculdade de Educação da UFMG. Esse material didático propõe uma sequência de ensino fundamentada no tema Solos e possui o objetivo de contribuir para o desenvolvimento de conteúdos de Química previstos para o 1º ano de Ensino Médio de acordo com Currículo Básico Comum do Estado de Minas Gerais (MINAS GERAIS, 2013), por meio do uso de atividades variadas. A sequência de ensino está disponível no blog do autor desse material (<http://blogequimica.blogspot.com.br>).

Ao longo do ano letivo, os bolsistas do PIBID conduziram algumas atividades dessa sequência de ensino. Do material didático, escolhemos a “Atividade 9 - Hortas Hidropônicas” por possuir o objetivo de demonstrar a possibilidade de cultivar plantas sem o uso do solo e de observar as diferenças no desenvolvimento das mesmas sob diferentes disponibilidades de nutrientes. Cada uma das turmas do 1º ano foi dividida em quatro grupos de aproximadamente 10 estudantes, de acordo com a disponibilidade de mesas do laboratório de ciências da escola.

### **Procedimentos para a realização da Atividade 9**

Cada grupo recebeu um par de garrafas PET cortadas previamente, conforme a Figura 1, para a realização do experimento. A tampa das garrafas possuíam um pequeno furo no centro.

Cada sistema foi preenchido, pelos alunos, com cerca de 250 mL de areia e em cada montagem foram plantadas sementes de alpiste, escolha feita baseada na rápida germinação dessa semente. Uma das montagens teve a base preenchida com água, e a outra, com solução nutritiva (10% de potássio, 10% de fósforo e 10% de nitrogênio). Essa solução foi escolhida por conter nutrientes essenciais para o desenvolvimento vegetal e foi utilizada para estabelecer uma comparação com os resultados obtidos pelo desenvolvimento das plantas em

água da torneira. A Figura 1 representa a montagem do sistema.



Figura 1: Montagem de sistema para o plantio da horta hidropônica (Construindo ConsCiências – 8º ano - pág. 15 – 3ª edição, 2011)

Os bolsistas do PIBID instruíram os alunos a acompanharem o crescimento das plantas e preencherem a base com a solução correspondente a cada montagem sempre que o nível de água/solução nutritiva estivesse abaixo da altura da tampa da garrafa PET. O experimento foi deixado durante três semanas em local arejado para aguardar o crescimento da planta.

### Discussão do experimento

Após esse período, tanto os estudantes quanto os professores em formação inicial esperavam como resultado do experimento o crescimento das plantas nas duas condições supracitadas, porém com um desenvolvimento maior daquelas que estavam em solução nutritiva. De modo contrário, ocorreram resultados inesperados, ou seja, plantas em solução nutritiva não nasceram, não se desenvolveram como o esperado ou morreram antes das plantas que estavam apenas em água. Assim, bolsistas e professora supervisora foram desafiados a propor maneiras de explicar o ocorrido considerando que esta seria uma oportunidade para inserir o erro experimental como forma de construir ideias sobre a ciência.

Tendo em vista o que foi observado, por meio de uma atividade escrita, pediu-se aos alunos que discutissem a atividade com base nos resultados esperado e obtido por eles para cada montagem. Caso as expectativas não tivessem sido atingidas, a explicação deveria conter também hipóteses para explicar o resultado obtido. Para isso, utilizou-se o seguinte enunciado:

*Sobre a atividade Horta Hidropônica realizada no laboratório com o objetivo de demonstrar a possibilidade do cultivo sem a presença de solo, faça um relato da experiência descrevendo o procedimento realizado. Explícite qual o resultado esperado ao final do experimento e qual foi o resultado de fato obtido. Ao final, construa uma explicação apresentando argumentos que justifiquem o que foi observado.*

### Resultados e Discussões

Feita a análise das respostas dadas pelos estudantes, foi possível agrupar e quantificar aqueles que acreditaram ter obtido o resultado esperado e as principais justificativas elencadas pelos

estudantes para explicar o resultado atípico obtido nos experimentos.

O grupo de estudantes que assinalou ter ocorrido um resultado satisfatório e, portanto, não elaborou hipóteses para uma explicação diferencial, contou com um número de 15 indivíduos de um total de 78 que participaram da atividade escrita. Em alguns poucos casos, o resultado foi de fato o esperado e por isso os estudantes apenas justificaram o porquê de terem evidenciado o crescimento das plantas daquela maneira. Para exemplificar, um dos textos relatava que o estudante percebeu *“que a água com “solução nutritiva” tem todos os nutrientes que a planta (semente) precisa [sic] para crescer, os mesmo nutrientes que contém com o [sic] solo por isso a planta com água normal não crescia como o esperado.”*

Para aquele grupo de estudantes que consideraram que o resultado ideal não foi alcançado, esperava-se encontrar em suas justificativas argumentos que contivessem termos como incidência de luz solar, disponibilidade de nutrientes, excesso de umidade e crescimento de microrganismos.

O gráfico 1 representa as hipóteses mais utilizadas para explicar o que foi observado durante o experimento com a horta hidropônica e os seus resultados. Entretanto, alguns levantaram mais de uma para justificar o ocorrido, portanto a quantidade de hipóteses apontadas no gráfico excede o total de 78.

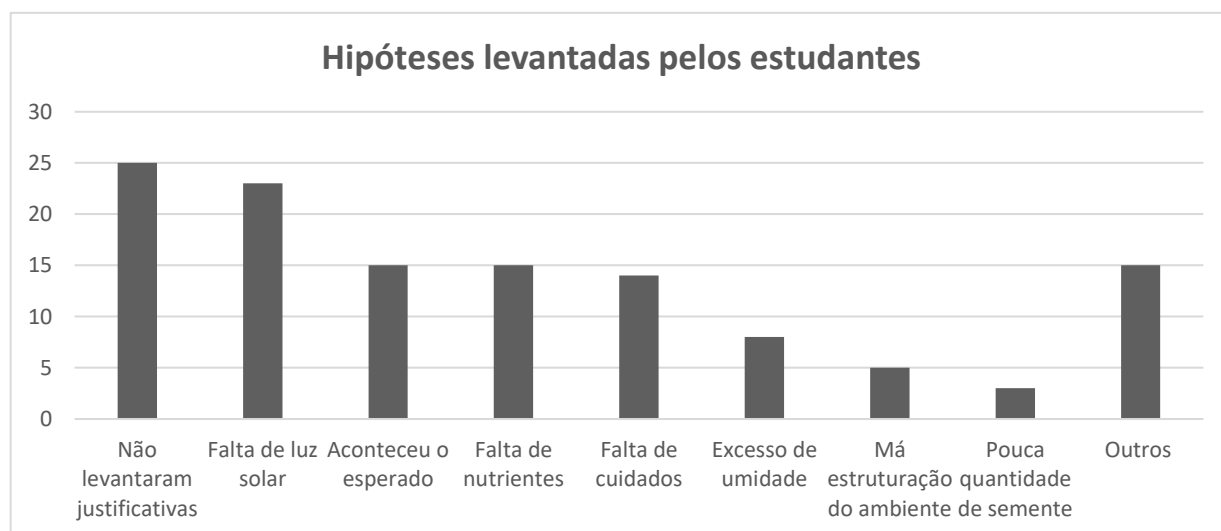


Gráfico 2: Hipóteses levantadas pelos alunos para explicar os resultados obtidos

Agrupamos as hipóteses que tiveram menor incidência nas respostas dos alunos e as alocamos em um grupo denominado “outros”. Neste grupo, surgiram explicações como surgimento de fungos, contaminação da areia, falta de oxigênio na água, aparecimento de larvas, profundidade da semente na areia, acidez, solução nutritiva inadequada para o alpiste, entre outros.

A maior parte dos estudantes apenas descreveu os procedimentos do experimento e relatou suas expectativas, abstendo-se de levantar hipóteses para os resultados obtidos. Esse comportamento pode ser justificado pela preocupação com a simultaneidade da época de provas finais e a solicitação da atividade escrita ou até mesmo a falta de entendimento sobre o que foi pedido no enunciado da atividade.

Dentre as hipóteses apresentadas, a que apareceu com maior recorrência foi aquela baseada na falta de incidência de luz solar sobre o experimento. Acredita-se que a mesma foi utilizada devido ao fato de que, apesar das montagens do experimento terem sido posicionadas em um

espaço aberto, esse espaço possuía cobertura, o que poderia impedir o recebimento dos raios solares diretamente. Além disso, a realização do experimento coincidiu com um período de chuvas na maior parte do dia, o que contribuiu para reduzir a incidência de luminosidade no local.

Utilizar a falta de incidência de luz solar como justificativa advém do fato de que os estudantes reconhecem a importância deste fator para que processos vitais no desenvolvimento de plantas ocorram, como a fotossíntese. A seguir apresentamos a transcrição de alguns trechos dos textos dos estudantes para ilustrar as hipóteses apresentadas por eles.

Estudante 1: *“Minha hipótese é que o problema foi a falta de luz solar, já que sem a mesma não é possível a planta realizar fotossíntese. E sem fotossíntese a planta não cresce, nem se desenvolve.”*

Estudante 2: *“(…) sabemos que a luz solar é fundamental para o desenvolvimento da vida, e as plantinhas não receberam a luz solar, o qual seria o motivo da sua morte.”*

A segunda hipótese que foi apresentada com maior ênfase pelos estudantes aborda a falta de nutrientes necessários para o crescimento da planta. Essa explicação pode ter sido elaborada devido às discussões feitas em aulas anteriores que abordavam quais os aspectos essenciais para o desenvolvimento de uma planta no solo. Um dos tópicos trabalhados foi as substâncias que devem ser incorporadas como nutrientes essenciais para um crescimento saudável dos vegetais.

Alguns estudantes acreditam que mesmo fornecendo os nutrientes necessários, isso não ocorreu em quantidade suficiente para garantir o fortalecimento da planta ao longo do tempo em que foi observada. Outros elaboraram uma explicação em que uniam mais de um fator responsável para justificar o ocorrido.

Estudante 3: *“Ao longo desse tempo depois ela não teve mais nenhum resultado esperado. Em minha conclusão o que deve ter acontecido para a planta não desenvolver mais é que, ela possa ter absorvido todos os componentes que precisava e não poderia ter sobrado o que ela precisaria para ela continuar crescendo.”*

Estudante 4: *“As plantas não cresceram pois não receberam a luz do sol que precisariam e nem o nutriente do solo fértil.”*

Uma fração também significativa dos indivíduos que fizeram parte da amostra analisada alegou que o resultado obtido pode ser justificado pela falta de cuidado dos próprios estudantes com o experimento. Segundo eles, a montagem do experimento não teve um acompanhamento diário, o que implica na não observação de possíveis necessidades que deveriam ser supridas pelos estudantes para garantir o bom desenvolvimento das sementes plantadas.

Estudante 5: *“Observando o experimento dado aproximadamente a duas semanas, percebo que não houve comprometimento do grupo, em relação a estar cuidando das plantas por isso não obtivemos um resultado positivo”*

Estudante 6: *“Mas por um descuido esquecemos de colocar a água/solução nutritiva na garrafa e os alpistes começaram a morrer e já era tarde.”*

Outra hipótese também explorada pelos estudantes para explicar o que foi observado, abordava o possível excesso de umidade ao qual as montagens do experimento estariam submetidas. Em discussões nas aulas anteriores, quando aspectos como infiltração do solo e umidade foram tratados, chegou-se à conclusão juntamente com estes estudantes que o lugar

de plantio não deve apresentar nem o excesso, nem a falta de água. Tendo em vista que ambos esses fatores podem ser prejudiciais para o crescimento da planta, concluímos que algumas análises podem ter sido feitas baseadas neste aspecto.

Estudante 7: *“A explicação que tenho é que pela falta de sol, pelo clima de chuva desses dias, pode ter afetado no crescimento da planta.[sic]”*

Estudante 8: *“(…) Concluímos que o alpiste não morreu só pela falta de água, mais [sic] por está [sic] em um local que não recebia luz solar, os dias estavam chuvosos e tinha muita umidade e isso pode ter afetado no crescimento da planta.”*

Por fim, constatamos também respostas que agruparam um conjunto de fatores responsáveis pelo desenvolvimento pleno da semente plantada. Alguns estudantes apresentaram a percepção de que muitos são os aspectos necessários para que o resultado obtido ao final fosse o esperado e que a falha em um ou mais desses itens pode ter sido responsável por alterar a realidade observada frente às expectativas existentes quanto ao experimento.

Estudante 9: *“O provável para o ocorrido foi a falta de exposição a luz solar, poucas sementes, excesso de areia, falta de água entre outros. Observei que para que ocorra o crescimento correto uma planta são necessários vários fatores que agem em conjunto e, na ausência de um ou mais desses fatores seu crescimento pode ser prejudicado.”*

Estudante 10: *“(…) nenhuma das plantas nasceram, talvez por pouca luz solar, poucas sementes, sementes muito afundadas, muita areia, etc... Eu percebi que para uma planta crescer depende de vários fatores e sem eles não é possível o crescimento adequado.”*

Com a análise dos fatores mais apontados pelos estudantes para justificar o resultado obtido para o experimento, podemos observar que as hipóteses elaboradas tinham como base a observação regular do experimento e das condições às quais ele estava submetido em conjunto com a articulação dos conhecimentos trabalhados em aulas ministradas pelos bolsistas do PIBID, além de outras experiências adquiridas ao longo de sua formação. Portanto, a discussão das possíveis causas para o resultado inesperado possibilitou uma revisão a conceitos aprendidos anteriormente.

Em uma abordagem de ensino construtivista, o erro faz parte da descoberta e da construção do conhecimento (NOGARO e GRANELLA, 2004). A ocorrência do erro ainda possibilitou a vivência científica para além da simples experimentação e observação dos fenômenos. O incentivo aos estudantes à elaboração de hipóteses para justificar os resultados, em detrimento a apenas desconsiderar o experimento por não ter atingido as expectativas, demonstra aos estudantes o aspecto da evolução das ideias científicas movida ao se deparar com obstáculos e contradições durante a observação dos fenômenos. Segundo Bachelard (1996), o erro não deve ser considerado como um obstáculo ao processo de construção e produção do conhecimento, mas sim como algo intrínseco a esse processo, e a superação desses obstáculos possibilita o salto qualitativo da ciência.

Por meio dessa atividade experimental, foi possível observar a possibilidade do cultivo de plantas sem o uso de solo e, apenas em alguns casos, as diferenças de desenvolvimento das plantas sob diferentes disponibilidades de nutrientes. Entretanto, os resultados inesperados nos forneceram a interessante oportunidade de se abordar os fatores necessários para o bom desenvolvimento de plantas e alguns aspectos a respeito da produção do conhecimento científico.

Dessa forma, identificamos que o erro teve um papel importante na construção de significados pelos estudantes ao final do experimento. A partir do resultado inesperado, eles foram capazes de assimilar conceitos já aprendidos com novas hipóteses para explicar o fenômeno

observado. Grande parte das hipóteses apresentadas pelos estudantes estavam em acordo com o que os professores esperavam, demonstrando um aprendizado construtivo e corroborando a ideia inicial de que a abordagem do erro durante o ensino se mostra como uma possibilidade a mais de promover a construção de conceitos.

## Considerações finais

Este trabalho apresentou a análise dos textos produzidos por estudantes do 1º ano do Ensino médio de uma escola da rede pública de Minas Gerais sobre uma atividade experimental que não obteve os resultados esperados. Foram apresentados os resultados da abordagem didática que considerou o erro durante uma atividade experimental. Essa foi uma importante oportunidade de se trabalhar a questão dos erros experimentais dentro da Ciência.

Indicamos que essa pesquisa pode ter continuidade por meio de outros trabalhos que apresentem perspectivas diferentes do ocorrido. Para isso, podem ser consideradas as impressões individuais e os diferentes modos de condução da discussão do erro experimental com as turmas enquanto professores em formação inicial. Todo o processo de abordagem de um resultado inesperado é orientado de maneiras diferentes por cada um e relatos pessoais de professores em formação inicial podem ser construtivos no desenvolvimento da prática docente tanto para aqueles que tiveram a oportunidade de vivenciar experiências como estas quanto para aqueles que buscam aprender mais baseados em vivências de outros.

Além disso, consideramos que há a possibilidade de continuidade da atividade da horta hidropônica por meio da investigação aprofundada de cada fator levantado pelos estudantes como determinante para os resultados obtidos como um trabalho de caráter investigativo. Esta atividade poderia permitir aos estudantes buscarem soluções diferentes, buscando contato com profissionais mais específicos, tais como agrônomos, e discutir as falhas ou acertos presentes nas hipóteses antes propostas.

## Agradecimentos e apoios

FAPEMIG, CAPES e Faculdade de Educação da UFMG (FaE)

## Referências

BACHELARD, G. A formação do espírito científico. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. 7-37. GASPARIN, J. L. Uma didática para a pedagogia histórico-crítica. 3. ed. rev. **Campinas: Autores Associados, 2005.** (Coleção educação contemporânea)

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola.** n 10, p. 43-49, 1999.

LIMA, M. E. C. C.; DAVID, M. A.; MAGALHÃES, W. F. Ensinar ciências por investigação: um desafio para os formadores. **Química Nova na Escola.** n 29, p. 24-29, 2008.

MARTINS, Roberto de Andrade. A Torre de Babel científica. **In: Scientific American Brasil, - edição especial história nº 6.** Os grandes erros da ciência. São Paulo: Ediouro, 2007.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma

ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 7, p. 283-306, 2002.

NOGARO, A.; GRANELLA, E. O erro no processo de ensino e aprendizagem. **Revista de Ciências Humanas**. Vol 5, n 5, p. 31-56, 2004.

SALVADEGO, W. N. C.; LABURÚ, C. E. Uma análise da relação do saber profissional do professor do Ensino Médio com a atividade experimental no ensino de química. **Química Nova na Escola**. Vol 31, n 3, p. 216-223, 2009.

PIUZANA, T.M. O Blog como ferramenta de apoio didático no desenvolvimento de atividades investigativas nas aulas de química. **Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática)** Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, 2015.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W. L. P. e MALDANER, O. A. (Org.). **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Editora Unijuí, 2011, p. 231-262.