

Impacto de uma atividade investigativa nas visões de Natureza da Ciência de licenciandos de um curso de Química

The impact of an inquiry activity over the Nature of Science perspectives of undergraduate chemistry students

Matheus Almeida Bauer Zytkeuwisz

Instituto de Química – UNESP Araraquara
matheus.bauer@unesp.br

Amadeu Moura Bego

Instituto de Química – UNESP Araraquara
amadeu.bego@unesp.br

Resumo

Este trabalho trata de um recorte de uma pesquisa qualitativa de mestrado, a qual estudou de maneira holista o impacto de uma proposta inédita de atividade experimental investigativa, concebida à luz da perspectiva bachelardiana, em ingressantes de um curso de licenciatura em Química. Objetivou-se entender como esse impacto se revelou na dimensão das noções de natureza da ciência (NdC) dos licenciandos. A análise se deu por intermédio da Análise de Conteúdo de um questionário prévio à atividade experimental e entrevistas reflexivas individuais com os ingressantes após a intervenção. Identificou-se que, apesar de alguns indicativos positivos, há uma grande resistência dos ingressantes à mudança dessas noções. Abriu-se a possibilidade de estudar maneiras mais eficazes de proporcionar tais mudanças de noções de NdC, que consigam transpor mais adequadamente tal resistência.

Palavras-chave: Atividades Experimentais Investigativas, Bachelard, Natureza da Ciência, Ensino Superior, Ensino de Química.

Abstract

This work is a partial report of a complete Master of Science research, which studied thoroughly the impact of an unprecedented inquiry activity outline on chemistry undergraduate freshman. We intended to analyze how such impact affected the subjects' views of Nature of Science (NOS). Content Analysis was employed to data gathered from a questionnaire applied prior to the experiment and individual interviews that took place after the experiment. We found that despite a few positive highlights, there is an extraordinarily strong resistance to change for these visions. Thus, studies that result in higher efficiency on bypassing these NOS visions are interesting endeavors.

Keywords: Inquiry Activities, Bachelard, Nature of Science, Undergraduate Teaching, Chemical Teaching.

Introdução

Em um trabalho seminal, Gil-Pérez e colaboradores (2001) discutem que noções distorcidas menos informadas sobre NdC são comuns entre os professores. Estas, por sua vez, são transmitidas pelo todo sistêmico que compreende seu *modus operandi* em laboratório e sala de aula. O exemplo trazido pelos autores que foi bastante importante para esta pesquisa é o seguinte: a ciência é *intuitiva, incerta* e pode *falhar*. Como pode um aluno entender tal noção sobre NdC, se uma parte majoritária de seu percurso no laboratório didático é *excessivamente controlada*? Se ele possui pouco ou nenhum espaço para questionar ou propor ideias? Se o procedimento elencado é linear, *exato* e restrito, e qualquer resultado diverso do que é *esperado* sofre rejeição imediata? Ao invés de entender a noção *adequada* de ciência, o aluno pode solidificar uma noção *distorcida* que culmina em um entrave psicológico (BACHELARD, 1996), o qual exige grande esforço para ser rompido posteriormente.

Um exemplo contundente da formação de visões deformadas vem da influência de escolas filosóficas obsoletas em atividades experimentais (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001). Ao supor que a observação dos fenômenos é um processo *neutro* e *isento*, o aluno obtém o *conhecimento real* do fato estudado por meio da realização de boas sínteses do observado. Essa característica *empírico-indutivista* sugere que o conhecimento científico é concebido por meio do acúmulo de observações, sedimentando uma noção *linear* e *acumulativa* do conhecimento científico. A noção deformada de *método científico* também é reiterada nos denominados roteiros experimentais. Tais roteiros costumam possuir uma sequência lógica de etapas que o aluno executa mecanicamente. O processo priva o aluno de suas habilidades criativas, haja vista que não é permitido um desvio do caminho imposto pelo roteiro.

Todavia, em determinadas atividades experimentais, como por exemplo em atividades investigativas (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011), os sujeitos podem experimentar um contexto menos constrito, pois esta metodologia promove uma postura *ativa*, engajada dos sujeitos perante a atividade (CARVALHO, 2013). A investigação, como característica, incita elementos importantes para a formação científica do sujeito como a discussão entre pares, a pesquisa de dados, a necessidade de crítica e domínio conceitual do que está sendo realizado para que a atividade experimental seja bem-sucedida, especialmente em níveis mais abertos. Com essas atribuições, a investigação é teoricamente capaz de auxiliar na reforma de noções de NdC dos sujeitos que participam de atividades assim desenhadas.

O recorte de uma pesquisa mais ampla de mestrado aqui retratado, então, pretendeu analisar como a implementação de uma proposta investigativa inédita atuou nas noções de NdC de ingressantes de um curso de licenciatura em Química.

Procedimentos Metodológicos

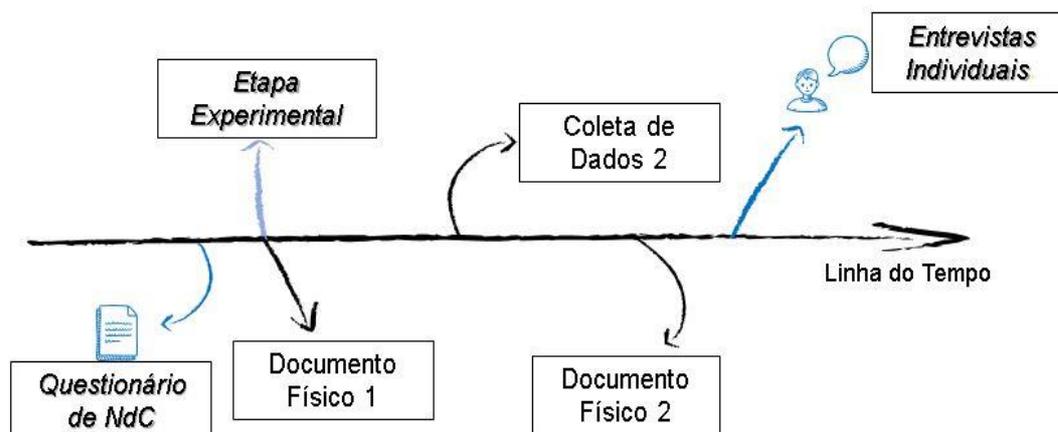
Este trabalho foi realizado no curso de Licenciatura em Química de uma universidade pública do interior de São Paulo. A pesquisa foi conduzida em uma disciplina anual de 1º ano intitulada “Laboratório de Ensino de Química Geral”, sendo a intervenção realizada no 2º semestre de 2017, e a atividade modificada sobre Pilhas Galvânicas.

A atividade compreendeu o emprego de um roteiro modificado contendo um *erro proposital*; o erro proposital teria a natureza de ou ser uma *inserção de dado desnecessário*, ou a *remoção de dado essencial* no roteiro, de maneira que os grupos não podiam prosseguir a atividade após chegar ao erro. Um erro proposital se trata de um erro *útil*, que proporciona uma mudança postural do sujeito. Ao romper com o regime linear de uma atividade experimental, um sentimento de incerteza é alimentado, podendo gerar cumplicidade entre o sujeito e o experimento (GIORDAN, 1999; ZYTKUEWISZ; BEGO, 2018). Ainda, Carvalho (2013) coloca que o erro, quando trabalhado e superado pelo sujeito, ensina mais do que aulas expositivas. Essa nossa proposição de desenho inédito de atividade experimental também foi classificada como um novo nível de abertura para atividades investigativas, cunhado como grau “2,5”, entre a investigação aberta e a investigação autêntica (BUCK; BRETZ; TOWNS, 2008).

No caso da proposta aqui relatada, o erro se tratou da *remoção* de um reagente essencial para o funcionamento da pilha, a solução 1 mol. L⁻¹ de CuSO₄. Ao chegarem nesta etapa, os grupos precisaram pesquisar na literatura fornecida (livros e o próprio caderno) e debater sobre onde estava o erro no roteiro, bem como propor uma resolução.

Os alunos foram divididos em grupos de 5 ou 6 membros para a realização do experimento investigativo. Um esquema que expõe todos os passos realizados na intervenção, com um realce para as etapas que foram discutidas neste trabalho, é fornecido na Figura 1.

Figura 1: Sequência cronológica da intervenção, com destaque para as etapas estudadas neste trabalho.



Fonte: Elaboração própria.

Os participantes foram solicitados a responder um questionário sobre NdC produzido por Lederman e colaboradores (2002). Após a intervenção, os alunos participaram de entrevistas individuais reflexivas (SZYMANSKI, 2010) auxiliadas pela técnica da *lembrança estimulada* (SHUBERT; MEREDITH, 2015). Essa técnica tem como intento facilitar o “acesso” às ideias, lembranças dos sujeitos durante a entrevista, tendo como base o uso de um *elemento facilitador*, no caso as próprias respostas ao *questionário* sobre NdC. A intenção era questionar se os licenciandos ainda concordavam com suas respostas prévias dadas na primeira resolução do questionário. A análise de conteúdo (BARDIN, 2011) das respostas ao questionário e das transcrições das entrevistas, realizadas após a intervenção, foi efetuada por meio da utilização de um total de 13 categorias *a priori* estabelecidas por Lederman e colaboradores (2002). As categorias foram divididas em 3 classes: *aspectos menos informados*, *aspectos mesclados* e *aspectos mais informados* sobre NdC.

Um critério de amostragem foi estabelecido para obtermos um panorama sólido sobre a intervenção, bem como o manejo adequado da quantidade massiva de dados gerados. Assim, o grupo com o maior número de sujeitos que participaram de todas as etapas de coleta de dados da intervenção foi escolhido para a análise. Dessa maneira, o grupo 5 foi amostrado, contendo 5 licenciandos os quais anonimizamos como A1, A2, A3, A4 e A5. Todos os sujeitos são ingressantes do curso e egressos de escolas públicas.

Trazemos a seguir um pequeno resumo do teor de cada uma das questões do questionário aplicado aos estudantes:

1. Discutir o que seria ciência, e como as disciplinas científicas se diferenciam das demais;
2. Definir, com suas próprias palavras, o que é um experimento;
3. Discorrer como o progresso científico se relaciona com a experimentação;
4. Argumentar se teorias científicas podem ser mudadas;
5. Comentar qual seria a diferença (se houver) entre teoria e lei científica;
6. Questão contextualizada acerca do modelo atômico vigente;
7. Questão contextualizada sobre como um mesmo conjunto de dados investigado por diferentes grupos de cientistas podem chegar a diferentes conclusões;
8. Discorrer qual seria o papel da criatividade e imaginação no contexto científico.

Resultados e Discussão

Como apontamos, esta pesquisa representa um recorte de um trabalho de mestrado. Assim, em razão do volume de informações geradas, optamos por trazer extratos das respostas dos sujeitos, os quais são relacionados a suas respectivas categorias de noção de NdC. No Quadro 1 trazemos estes extratos para cada uma das questões do questionário.

Quadro 1: Extratos representativos das respostas dos sujeitos ao questionário de NdC.

<i>Questão</i>	<i>Visão Menos Informada</i>	<i>Visão Mesclada</i>	<i>Visão Mais Informada</i>
1	“Ciência é algo que é utilizado para explicar fenômenos que existem na Terra e no universo em geral, com teorias e leis que são estudadas por diversos anos com profundo embasamento. A diferença da ciência para outras disciplinas é que a maior parte dos casos científicos são comprovados com fatos, experimentos, análises, enquanto uma disciplina de humanidades segue um pensamento, uma opinião, que está em constante mudança” (A1).	“Ciência é o uso do conhecimento de forma racional (com a razão é a lógica) para investigação e estudo do mundo ao redor. A ciência não necessita de fé, pois tudo é demonstrado praticamente ou teoricamente. A ciência tem como base também o método científico, onde cria-se teorias para depois prová-las” (A5).	<i>Não houve respostas nessa categoria.</i>
2	“Um experimento é uma	<i>Não houve respostas nessa</i>	<i>Não houve respostas</i>

	espécie de teste para comprovar algo que uma pessoa esteja estudando, pois a ciência não é um estudo baseado em "achismos" ou apenas "reflexões". O experimento é necessário para colocar as ideias em "prática" (A3).	<i>categoria.</i>	<i>nessa categoria.</i>
3	“A execução de experimentos é fundamental para o desenvolvimento científico, pois com a realização de experimentos é possível compreender que tal estudo está sendo realizado de maneira correta” (A3).	<i>Não houve respostas nessa categoria.</i>	<i>Não houve respostas nessa categoria.</i>
4	<i>Não houve respostas nessa categoria.</i>	“Uma teoria pode sofrer uma mudança, pois dependendo da época em que esta teoria foi apresentada pode ocorrer a falta de alguma informação ou comprovação que não pudesse ter sido obtida naquele período. As teorias científicas são ensinadas pois elas devem ser estudadas e possivelmente melhoradas com os avanços tecnológicos” (A3).	“Sim, ela pode sofrer diversas mudanças conforme o avanço da ciência. Como exemplo a própria teoria atômica, que anos após a sua criação ainda é reformulada para se adaptar às novas descobertas científicas. Nós ensinamos teorias pois são a melhor forma de descrever e aprender o conhecimento existente. Sem o ensino da primeira teoria atômica, nunca haveria o avanço desse conhecimento” (A5).
5	“Sim, a teoria ainda precisa de mais testes, comprovações. Já a lei científica já foi comprovada, passando por todas as etapas de método	<i>Não houve respostas nessa categoria.</i>	<i>Não houve respostas nessa categoria.</i>

	científico” (A4).		
6	“Os cientistas podem não estar completamente certos sobre a estrutura por se tratar de algo muito ‘pequeno’” (A3).	“Acredito que as teorias atômicas passaram por grandes avanços e com isso estamos chegando cada vez mais perto da real estrutura do átomo, se é que já não chegamos. Os cientistas se basearam principalmente em experimentos para estudar o comportamento do átomo e podem ter feito algumas analogias para exemplificar suas teorias como por exemplo o pudim de passas e a bola de bilhar” (A2).	“Os cientistas estão corretos a partir do quanto de avanço ocorreu no conhecimento científico. O modelo atômico continua sendo uma teoria, ou seja, ainda pode ser questionado e reformulada com próximos avanços. Os cientistas usaram como evidências os diversos experimentos anteriores sobre a composição do átomo” (A5).
7	“Pois trata-se de um evento extremamente antigo, logo o conjunto de dados usado não é suficiente para algo unânime na comunidade científica” (A5).	Não houve respostas nessa categoria.	“Teorias diferentes também surgem de pontos de vista diferentes. O mesmo conjunto de dados pode ser analisado diferentemente chegando a conclusões diferentes. O mesmo pode se observar em experimentos, usar o mesmo ponto de partida e conduzir metodologias diferente podem levar aos mesmo resultados ou distintos. Uma reação ser bem sucedida e outra não ou ser mais vantajosa (maior rendimento que outra)” (A4).
8	“Antigamente, os cientistas faziam inúmeras reflexões a respeito de como as coisas funcionavam, atualmente os cientistas deixam a imaginação de lado pelo	“Sim, os cientistas usam a criatividade e a imaginação durante as investigações. Depois de coletarem dados e analisá-los, é necessária a realização de	“Sim, a criatividade e imaginação possuem grande importância nessas investigações. Por exemplo o experimento da folha de ouro de Thomson

fato de possuírem teorias e estudos realizados anteriormente e tecnologia disponível para o auxílio em suas pesquisas” (A3).	experimentos para confirmarem teorias. Após o experimento, eles usam a imaginação para desenhar como eles imaginam que o experimento justifica os dados obtidos, fazendo sentido para a teoria” (A1).	[sic], o planejamento e a ideia de tal experimento foi culpa de uma criatividade e imaginação gigante” (A5).
--	---	--

Fonte: Elaboração própria.

Na Figura 2 trazemos um panorama da categorização das respostas de todos os sujeitos para o questionário. e as Entrevistas Individuais.

Figura 2: Panorama da categorização de respostas dos sujeitos para o questionário e entrevistas individuais, onde MeI: Menos Informada; MsC: Mesclada; MaI: Mais Informada.

Questionário sobre NdC								
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8
A1	MeI	MeI	MeI	MsC	MeI	MeI	MeI	MsC
A2	MeI	MeI	MeI	MaI	MeI	MsC	MeI	MeI
A3	MeI	MeI	MeI	MsC	NC	MeI	MeI	MeI
A4	MeI	MeI	MeI	MaI	MeI	MsC	MaI	MeI
A5	MsC	MeI	MeI	MaI	MeI	MaI	MeI	MaI
Entrevistas Individuais								
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8
A1	MeI	MeI	MeI	MsC	MeI	MeI	MeI	MsC
A2	MsC	MsC	MeI	MaI	MeI	MsC	MaI	MsC
A3	MeI							
A4	MeI	MeI	MeI	MaI	MeI	MsC	MaI	MaI
A5	MsC	MeI	MsC	MaI	MeI	MaI	MaI	MaI

Fonte: elaboração própria.

Por força do espaço exíguo, optamos por fazer um comparativo entre as respostas de um dos sujeitos para uma mesma questão, com o fim de ilustrar melhor a mudança de concepção e amadurecimento de ideias que a intervenção foi capaz de proporcionar. No caso, trazemos aqui a resposta do sujeito A5 à Questão 7 no questionário, “Pois trata-se de um evento extremamente antigo, logo o conjunto de dados usado não é suficiente para algo unânime na comunidade científica”. Tal resposta, antes categorizada como sendo menos informada, muda drasticamente quando da entrevista individual, sendo então categorizada como uma visão mais informada:

Então, mesmo sendo um experimento, vamos supor, relativamente simples comparado com o negócio dos dinossauros né, a teoria do porquê os dinossauros foram extintos. **Mesmo assim, vão existir diversas opiniões diferentes, interpretações diferentes desse problema, ainda mais quando a gente é colocado numa posição que a gente tem uma vasta quantidade de teoria e de reagente pra utilizar, pra tentar resolver isso. Então, a gente pode...uma pessoa pode ter uma ideia, "não, é isso", e que é completamente diferente do que todo mundo pensou. O que foi o nosso caso. Eu acho que é isso. Várias interpretações diferentes que podem levar a diferentes linhas de raciocínio com um experimento. O que é interessante pra analisar no final que todo mundo pode chegar no mesmo resultado usando meios diferentes (grifos nossos).**

Após a leitura do Quadro 1 e da Figura 2, podemos entender que os sujeitos não demonstram sensibilidade para mudanças de núcleo duro de NdC, contempladas pelas questões 1, 2, 3 e 4. No entanto, as questões contextualizadas (questões 6, 7 e 8), ou seja, as questões mais relacionadas ao contexto da atividade científica em si, registraram um número significativo de mudanças de estrato categorial nas respostas dos sujeitos. Isso pode indicar que a nossa implementação foi bem-sucedida para modificar estas noções de NdC com teor empirista, talvez pelo fato do percurso experimental deles ser bastante limitado. Dessa forma, para as noções de NdC que não puderam ser contempladas, apenas uma intervenção dessa natureza seja insuficiente. Além disso, a própria intervenção talvez não seja apta por si só para modificar tais noções; um acompanhamento contínuo, um tratamento longitudinal envolvendo uma série de SDs com os sujeitos pode ser uma alternativa capaz de maleabilizar estes conceitos de núcleo duro.

Conclusão

Este trabalho teve como principal intento analisar a implementação de uma estratégia investigativa inédita. Foi buscado um entendimento acerca de como tal estratégia atuou nas noções de NdC de ingressantes de um curso de licenciatura em Química em uma aula experimental. Foi possível notar que os sujeitos, quando da realização do questionário, revelaram quase em uníssono noções menos informadas do “núcleo duro” de NdC (o que é ciência, o que é um experimento, relação teoria-experiência), as quais permaneceram praticamente intactas após a intervenção, como pode ser observado nas respostas dos sujeitos durante as entrevistas. Nossos achados, porém, patenteiam que modificar as concepções de alunos sobre o *modus operandi* do trabalho científico é algo factível a curto prazo, haja vista as mudanças de estrato categorial com respeito às últimas questões, com possível consolidação com uma aplicação reiterada de intervenções. Nesse sentido, abrimos a perspectiva futura de modificar essa intervenção para uma aplicação em uma série de experimentos consecutivos. Também ocorre a possibilidade de verificarmos se a maleabilidade dos conceitos contextuais sobre NdC é reproduzível com sujeitos mais experientes, ou seja, com concluintes e possíveis formandos do curso.

Referências

- BACHELARD, G. **Formação do Espírito Científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BUCK, L. B.; BRETZ, S. L.; TOWNS, M. H. Characterizing the level of inquiry in the undergraduate laboratory. *Journal of College Science Teaching*, v. 38, n. 1, p. 52-58, 2008.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.); **Ensino de Ciências por Investigação**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. Capítulo 1, p. 1-20.
- GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. F.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p.125-153, 2001.
- GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova Na Escola**, n. 10, p. 43-49, 1999.
- LEDERMAN, N.G; ABD-EL-KHALICK, F.; BELL, R.L; SCHWARTZ, R.S. Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners'

Conceptions of Nature of Science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 39, n. 6, p. 497-521, 2002.

SHUBERT, C.W.; MEREDITH, D.C. Stimulated recall interviews for describing pragmatic epistemology. **Physical Review Physics Education Research**, v.11, n.2, p.1-15, 2015.

SZYMANSKI, H. Entrevista Reflexiva: um olhar psicológico sobre a entrevista em pesquisa. In: SZYMANSKI, H. (Org.) **A Entrevista na Pesquisa em Educação: a prática reflexiva**. 3. ed. Brasília: Liber Livro Editora, 2010, p. 9-62.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências:

Aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio**, v. 13, n. 03, p. 67-80, 2011.

ZYTKUEWISZ, M. A. B.; BEGO, A. M. Crítica à experimentação tradicional e a importância do erro no processo de ensino e aprendizagem. **Revista Iuminart**, n. 16, p. 74-79, 2018.