



A experimentação em sala de aula: concepções de professores de Ciências e Matemática

Experimentation in the classroom: Science and Mathematics teachers' conceptions

Vanessa Martins de Souza

Universidade de Aveiro
Bolsista da CAPES - Brasil
vmsouza@ua.pt

Suélen Santos Rodrigues

PUCRS - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
Museu de Ciências e Tecnologia
suelen.rodrigues@puccrs.br

Maurivan Güntzel Ramos

PUCRS - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática
mgramos@puccrs.br

Resumo:

A experimentação na atividade pedagógica em sala de aula trata-se de um componente importante para o processo de aprendizagem, podendo servir de recurso para o ensino com abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade [CTS]. Partindo-se do pressuposto que aprender ciência pela experimentação está relacionado às concepções adotadas pelos professores e à forma com que os experimentos são abordados em aula, o objetivo do presente estudo foi identificar as concepções de professores em situação de formação continuada sobre o papel da experimentação no ensino de Ciências e Matemática. Para isso, foram aplicados questionários a 24 professores, ingressantes de um curso de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, os quais foram analisados por meio da Análise Textual Discursiva. Dessa análise, foi possível identificar quatro categorias emergentes: (1) a função da experimentação na aprendizagem do aluno; (2) a função da experimentação na prática do professor; (3) a função da experimentação na abordagem de conteúdos; (4) a função da experimentação na construção do ambiente da sala de aula. Foi possível perceber que os sujeitos entendem a experimentação como um momento que proporciona o desenvolvimento de muitas competências, possibilitando aos alunos interagir com materiais, testar teorias, formular hipóteses e levantar questionamentos, atribuindo a ela um caráter motivador. Destaca-se, ainda, que a experimentação pode ser desenvolvida numa abordagem envolvendo Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS, visando à promoção do interesse dos estudantes pela ciência e tecnologia, bem como à discussão de suas implicações sociais.

Palavras-chave: Experimentação em sala de aula; Ensino de Ciências e Matemática; concepções de professores; abordagem CTS.

Abstract:

Experimentation as a teaching and learning activity in the classroom is an important component for the learning process, being also acknowledged as a resource for the implementation of a Science-



Technology-Society (STS) approach. Taking into consideration the assumption that learning science through experimentation is related to teachers' conceptions and to the way in which experiments are carried out in the classroom, the purpose of this study was to identify the conceptions of in-service teachers trainees about the role of experimentation in the teaching of Sciences and Maths. For this purpose, questionnaires were applied to 24 teachers attending a Postgraduate Degree in Sciences and Maths. From the Discursive Textual Analysis of the answers provided by teachers the following four categories emerged: (1) the role of experimentation in student's learning; (2) the role of experimentation in teacher's practice; (3) the role of experimentation in approaching contents; (4) the role of experimentation in the development of the classroom environment. It was observed that teachers consider experimentation as a moment that fosters the development of many skills, providing students with the opportunity to interact with materials, test theories, formulate hypothesis and raise questions, being also recognised as motivating. It is also noteworthy that experimentation can be implemented by emphasizing a Science-Technology-Society – STS approach, aiming to promote students' interest in science and technology, as well as to discuss their social implications.

Keywords: Experimentation in the classroom; Sciences and Maths teaching; teachers' conceptions; approach STS.

Résumé:

L'expérimentation au sein de l'activité pédagogique en salle de classe constitue une étape importante du processus d'apprentissage, et peut ainsi servir de recours pour un enseignement tourné vers une approche Sciences, Technologie et Société [STS]. Si l'on part du principe que l'apprentissage de la Science par l'expérimentation est lié aux conceptions adoptées par les enseignants et à la manière dont les expériences sont abordées en classe, l'objectif de cette étude a été d'identifier les conceptions des enseignants en formation continue en ce qui concerne le rôle de l'expérimentation dans l'enseignement des Sciences et des Mathématiques. Pour ce faire, des questionnaires ont été soumis à 24 professeurs, étudiants d'un mastère en Enseignement des Sciences et des Mathématiques, lesquels furent examinés au travers d'une Analyse Textuelle et Discursive. On a pu, dès lors, distinguer quatre catégories émergentes: (1) la fonction de l'expérimentation dans l'apprentissage de l'élève; (2) la fonction de l'expérimentation dans la pratique de l'enseignant; (3) la fonction de l'expérimentation dans l'abordage des contenus; (4) la fonction de l'expérimentation dans la construction de l'ambiance de la salle de classe. D'autre part, on a pu établir que les sujets conçoivent l'expérimentation comme un moment favorable au développement de nombreuses compétences, ce qui permet aux étudiants d'interagir avec le matériel, tester la validité des théories, formuler des hypothèses et soulever d'autres questions, lui conférant ainsi un caractère motivant. Enfin, il convient de souligner que l'expérimentation peut être menée avec une approche Sciences, Technologie et Société – STS dans le but d'accroître l'intérêt des étudiants pour la Science et la technologie ainsi que de promouvoir le débat sur les implications sociales de celles-ci.

Mosts-clés: Expérimentation en salle de classe; l'enseignement des Sciences et des Mathématiques; les conceptions des enseignants; approche STS.



Introdução

Até o presente momento, a população mundial é composta por mais de 7,3 bilhões de pessoas e, segundo estimativas do *Institut National D'Études Démographiques* [INED], em 2050 esse número poderá ultrapassar a marca de 10 bilhões de habitantes (INED, 2015) que ocuparão um planeta cada vez mais escasso em recursos e espaço. Problemas como consumo exagerado, transformações climáticas, desigualdades socioeconômicas e degradação do meio ambiente levam a humanidade a enfrentar grandes desafios no fornecimento de água e alimentos, controle de doenças, geração de energia e adaptação às mudanças do clima (UNEP, 2012), dentre outras situações de conflito.

Diante desta conjuntura de sociedade atual, os cidadãos necessitam dispor de um conjunto de conhecimentos científicos e tecnológicos que lhes permitam responder adequadamente quando confrontados a estas e a outras questões que afetam sua vida prática, como exemplos a própria saúde e alimentação, o descarte de resíduos e o uso de energia.

A atual correspondência entre Ciência, Tecnologia e Sociedade [CTS] indica para impactos sociais cada vez mais complexos, transformadores do comportamento humano e das relações sociais. Urge, portanto, a necessidade de promover na sociedade formas de desenvolvimento mais sustentáveis e a compreensão do mundo e suas transformações.

Nesse sentido, as orientações CTS para o ensino de Ciências e Matemática têm vindo a propor uma educação científica para o mundo globalizado, voltada para a explicação dos fenômenos da natureza, para o entendimento e a crítica sobre os modos de intervenção e utilização dos recursos naturais e, principalmente, para a reflexão ética sobre as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (Brasil, 1997). Segundo Sá, Guerra, Costa, Loureiro e Vieira (2013), "um dos principais objetivos definidos para a Educação em Ciências para o século XXI é contribuir para a educação de cidadãos conscientes das potencialidades e limitações do conhecimento científico e tecnológico" (p. 100).

Para isso, os professores devem ser suficientemente flexíveis e abertos para integrar, aos seus quadros de pensamento e ação, a importância dos conteúdos científicos, sua aplicação no contexto escolar e discussão em sala de aula (Gouvêa & Leal, 2001). Quando se trata da formação inicial e continuada de professores, esse desafio torna-se ainda mais complexo (Martins, 2003), pois, embora muitos licenciandos e docentes apresentem entusiasmo com a educação CTS, eles não possuem confiança em suas competências para ensinar sob essas orientações (Gouvêa & Leal, 2001).

Nesse contexto, tendo consciência da importância das concepções que manifestam os professores são fundamentalmente norteadoras da sua prática, e de que são estereotipadas, limitadas e incipientes, em relação à educação CTS, demonstrando falta de compreensão da filosofia das ciências (Martins, 2003), torna-se pertinente investigar como os docentes entendem e desenvolvem a educação científica e tecnológica em sala de aula, como modo de melhorar as práticas de ensino de Ciências e Matemática.

Desse modo, desenvolveu-se uma investigação com professores ingressantes de um curso de pós-graduação de Educação em Ciências e Matemática, com o objetivo de identificar e compreender as suas percepções sobre o papel da experimentação em sala de aula.



A importância de investigar tal problemática está fundamentada no fato de que por muitos anos a experimentação foi considerada um modo eficaz para a promoção a aprendizagem do conteúdo científico, pois possibilita aos estudantes aplicá-los de forma prática. As atividades experimentais como estratégia de ensino têm sido tema de muitas investigações em Educação em Ciências nos últimos anos (Giani, 2010). Entretanto, os professores apresentam diferentes concepções sobre esta temática e, portanto, “falar em experimentação remete às concepções do professor sobre o que ensina, o que significa aprender, o que é ciência e, com isso, o papel atribuído à experimentação adquire diferentes significados” (Rosito, 2003, p. 195).

Por essas razões, investigar as concepções dos professores sobre a finalidade da experimentação em sala de aula pode auxiliar na reflexão sobre as práticas de ensino e, principalmente, na compreensão sobre a visão de ciência que eles manifestam. Nessa perspectiva, buscou-se responder à seguinte questão de investigação: *Qual a função da experimentação no ensino de Ciências e Matemática, na concepção dos professores?*

Para isso, foram analisados, interpretados e categorizados textos coletados por meio de questionários aplicados a professores em situação de formação continuada, ingressantes de um curso de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática, do Estado do Rio Grande do Sul [RS] – Brasil.

Assim, este artigo, para além desta introdução está organizado em quatro seções. Na primeira, apresentam-se os pressupostos teóricos sobre o uso da experimentação em sala de aula em conjunto com o ensino CTS. Na segunda seção, descrevem-se as definições metodológicas adotadas neste estudo. Em seguida, na terceira seção, são sintetizados os principais resultados a partir da análise dos textos elaborados pelos sujeitos. Por fim, na quarta seção, produzem-se algumas reflexões.

Contextualização teórica

O uso da experimentação em sala de aula tem sido adotado nas escolas brasileiras desde a década de 1950, quando propostas de práticas laboratoriais pedagógicas foram desenvolvidas pelo Instituto Brasileiro de Ciências e Cultura [IBCEC] com a intenção de proporcionar uma formação científica aos alunos (Marandino, Selles, & Ferreira, 2009). Desde então, a experimentação tem sido considerada por muitos professores como um meio de motivar os alunos e relacionar os conteúdos abordados em sala de aula às práticas do seu cotidiano.

De outra parte, diversos autores defendem o entendimento de que a sala de aula deve ser encarada como um objeto de pesquisa (Demo, 2011; Moraes, Galiazzi, & Ramos, 2012; Mortimer, 2002). Para isso, é necessário que o professor desenvolva atitudes positivas diante o ensino de Ciências e Matemática¹, buscando diversificar sua prática docente utilizando-se de recursos e métodos variados que priorizem o processo de construção do pensamento científico e a reconstrução dos conhecimentos.

Segundo Hodson (1988), fazer ciência envolve a ação em uma atividade de investigação de fatos ou fenômenos para a solução de um problema, na qual são utilizados métodos e procedimentos científicos. Em coerência com essa afirmação, o ensino CTS tem como uma das intenções partir de problemas locais para buscar respostas a interesses reais dos alunos, tornando o conhecimento

¹ Não sendo a Matemática uma ciência experimental, assume-se nesta investigação a experimentação como uma atividade investigativa, conforme definido por Galiazzi e Gonçalves (2004).



científico e tecnológico mais relevante, contextualizado na vida dos estudantes e aplicado aos acontecimentos e fenômenos do dia-a-dia (Rodrigues, 2005).

De fato, saber ciências nos dias atuais exige ser capaz de articular conhecimentos de cariz científico a outros saberes para solucionar problemas da vida em sociedade (Martins, 2012). Requer perceber as múltiplas utilidades desses conhecimentos e suas aplicações, compreendendo a ciência como um processo histórico, social e ético para a melhoria da qualidade de vida das pessoas.

Nesse sentido, as atividades experimentais, quando desenvolvidas numa perspectiva do Educar pela Pesquisa (Demo, 2011), priorizam a produção de questionamentos reconstrutivos, a construção, comunicação e validação de argumentos, de modo a problematizar o conhecimento dos estudantes em relação aos conceitos envolvidos (Galiuzzi & Gonçalves, 2004; Moraes et al., 2012). Guiada dessa forma, a experimentação favorece o diálogo e a explicitação dos conhecimentos já construídos pelos estudantes, tomando-os como ponto de partida no processo de ensino e aprendizagem e, conseqüentemente, aproximando e integrando teoria e realidade.

Com esse entendimento, a experimentação pode ser compreendida levando-se em consideração a teoria freiriana da práxis, ressaltando a importância da ação e reflexão do aluno perante a uma situação enfrentada. Contudo, para que ocorra aprendizagem, é necessário que ambas (ação e reflexão) envolvam-se em um movimento simultâneo em que “[...] a reflexão crítica sobre a prática se torna uma exigência da relação Teoria/Prática sem a qual a teoria pode ir virando blábláblá e a prática, ativismo” (Freire, 2003, p. 22).

Nessa perspectiva, o estudante envolve-se no processo de construção do seu próprio conhecimento, deixando de ser expectador e repetidor das informações fornecidas pelo professor ou pelo livro didático, para se tornar sujeito de sua aprendizagem (Demo, 2011) e o conhecimento passa a ser reconstruído, mediado pela orientação do professor, com a problematização dos fenômenos observados no experimento e com a interação com os colegas. A experimentação desprende-se, portanto, de seu caráter demonstrativo para tornar-se instrumento de produção coletiva de conhecimento.

Entretanto, segundo Galiuzzi et al. (2001), este parece não ser o entendimento dos professores. O ensino de Ciências e Matemática – em especial o de Ciências – por meio da experimentação tem sido abordado apenas como comprovador de teorias irrefutáveis. Essa visão simplista de experimentação pode estar associada à aplicação da definição atribuída ao significado deste conceito nos dicionários da Língua Portuguesa:

Experiência: conhecimento obtido por meio dos sentidos. Conhecimento específico obtido pela prática de uma atividade ou pela vivência; prática. Teste para verificação de uma teoria ou hipótese; ensaio.

Experimentação: [experimental + -ção]; Ato ou efeito de experimentar. Emprego sistemático da experiência. Método científico que consiste em provocar observações, em condições especiais, para verificar uma hipótese.

Experimentar: provar; submeter à experiência; testar; passar por; vivenciar. (Dicionário da Língua Portuguesa, 2015, p. 322)

Ao analisar essas definições, é possível compreender a abordagem com que muitas vezes a experimentação é desenvolvida pelos professores: primeiro ensina-se o conteúdo e depois é



realizada uma prática com a intenção de demonstrar ou comprovar o que foi estudado, difundindo uma compreensão da ciência como um conhecimento inquestionável e que apresenta resultados previamente esperados (Prsybyciem, 2015).

No entanto, a experimentação investigativa com enfoque CTS busca desenvolver nos estudantes a capacidade de tomada de decisão, a compreensão da ciência e o seu papel na sociedade (Santos & Schnetzler, 2010), uma vez que preconiza o questionamento, a pesquisa e o debate sobre o que está a ser realizado, favorecendo o processo de construção do conhecimento.

O ensino CTS, assim como a experimentação com caráter investigativo, desafiam os estudantes para a resolução de problemas, desenvolvendo capacidades como tomada de decisão, relacionar, elaborar hipóteses, decidir, planejar, descrever, construir argumentos, discutir e comunicar. Capacidades estas, fundamentais para a formação da cidadania (Martins, 2011; Prsybyciem, 2015).

O ensino de Ciências e de Matemática, desenvolvidos sob a perspectiva CTS e apoiados na experimentação como estratégia didática, pode contribuir para a formação de estudantes críticos, capazes de refletir, questionar e debater sobre a ciência, a tecnologia e sua relação com a sociedade.

Metodologia

A pesquisa seguiu uma abordagem qualitativa (Lüdke & André, 2012), buscando identificar e compreender as concepções de professores, em situação de formação continuada em nível de pós-graduação, sobre a função da experimentação no ensino de Ciências e de Matemática, caracterizado na forma de um estudo de caso (Yin, 2009).

Como instrumento de recolha de dados, foi utilizado um questionário de tipo livre. Segundo Vilelas (2009), este tipo de instrumento apresenta como benefício permitir ao inquirido responder livremente as questões propostas. No questionário, as questões formuladas objetivaram perceber as concepções dos sujeitos sobre o papel da experimentação em sua prática pedagógica em sala de aula, as principais limitações atribuídas a essa estratégia de ensino e uma reflexão sobre um incidente crítico, isto é, um momento marcante atribuído pelo próprio sujeito sobre um acontecimento de experimentação em sala de aula (Almeida, 2009). O questionário foi aplicado a 24 professores, ingressantes de um curso de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática, de uma Universidade de Porto Alegre - RS.

Os professores envolvidos na investigação tinham idades entre 22 e 48 anos, com formação nas áreas de Matemática, Biologia, Química, Física, Pedagogia, Ciências e Educação Física. A figura 1 representa a distribuição dos professores quanto a sua área de formação.

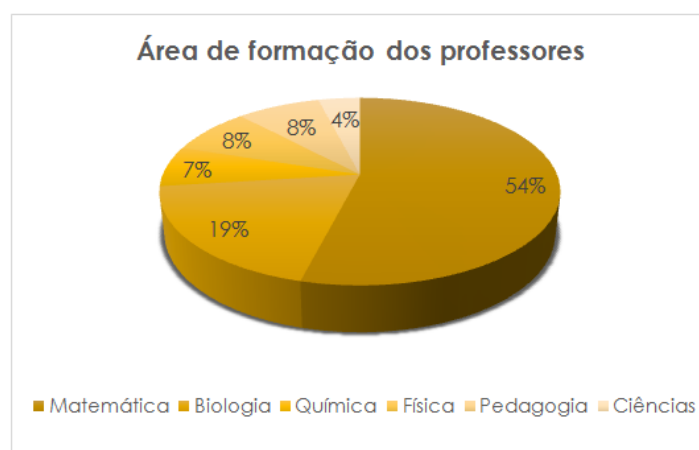


Figura 1. Área de formação dos professores.

Dos 24 sujeitos, 16 deles (67%) atuavam em escolas de ensino fundamental ou médio no momento da investigação e 15 (62%) já haviam realizado cursos de pós-graduação *lato sensu* (especialização).

Neste artigo são apresentados os resultados da análise referente a respostas à seguinte questão: “Qual a função da experimentação no ensino de Ciências e Matemática?”, uma das questões do questionário aplicado aos professores. Para a análise dos dados obtidos, foi utilizada a Análise Textual Discursiva (Moraes & Galiazzi, 2012), constituída por quatro etapas: unitarização; categorização; captação do novo emergente por meio de metatextos; auto-organização para interpretação.

O processo de *unitarização* ou de desmontagem dos textos, consiste em examinar e fragmentar os discursos em suas particularidades, destacando seus principais elementos. A partir dessa desconstrução, formam-se as unidades de sentido, fragmentos nos quais o analista identifica significados na tentativa de obter uma nova compreensão do todo. Esse processo é fundamental para que ocorra a apropriação do material de análise, tornando possível estabelecer relações entre as unidades de sentido de modo a formar categorias, constituindo a etapa de *categorização*. A partir das categorias é que será organizada a descrição e a interpretação possibilitada pela análise, produzindo um metatexto expressando as novas compreensões. A comunicação da nova compreensão, a partir do metatexto, expõe à crítica e à validação o processo de *captar o novo emergente* sobre os discursos investigados. Essas três primeiras etapas compõem um ciclo que exige constantemente um processo de *auto-organização*, capaz de tornar compreensível aquilo que fora desconstruído e reestruturado.

A seguir, apresentam-se os resultados do processo de análise dos dados. As citações dos textos elaborados pelos sujeitos de estudo serão identificadas por letras para preservar suas identidades.

No processo de análise dos depoimentos dos 24 professores investigados, foi possível identificar quatro categorias, nomeadas de forma emergente: (1) a função da experimentação na aprendizagem do aluno; (2) a função da experimentação na prática do professor; (3) a função da experimentação na abordagem de conteúdos; (4) a função da experimentação na construção do ambiente da



sala de aula.

Resultados

Na análise, observou-se que os 24 depoimentos citaram o uso da experimentação como um método fundamental para o entendimento da Ciência, da Matemática e dos seus processos, sendo caracterizada como "*facilitadora do processo de aprendizagem*" (Professor U). A interpretação e o detalhamento das categorias serão apresentados a seguir.

A função da experimentação na aprendizagem do aluno

Em seus textos os professores destacaram diversas funções para a experimentação no que refere à sua influência na aprendizagem dos alunos. Uma delas é favorecer o entendimento sobre o objeto de estudo, visto que leva os estudantes a refletirem sobre a prática que se realiza. Afirmaram ainda, que a experimentação contribui "*no processo de construção do conhecimento uma vez que permite ir além da memorização de conceitos abstratos*" (Professor O). Para Giordan (1999), essa é uma concepção comum entre os professores, dado que a experimentação envolve o aluno com os conteúdos desenvolvidos em aula, proporcionando maior aprendizado.

Conforme os sujeitos, o movimento de pensar e agir suscitado pela atividade de experimentação faz com que o aluno se perceba como parte integrante da sala de aula e responsável pelo seu crescimento pessoal. Essa concepção pode ser depreendida a partir dos seguintes enunciados:

A aula que faz uso da experimentação estimula o aluno a ser mais ativo no seu aprendizado, trocando ideias e aprimorando sua capacidade de questionar. (Professor I).

[A experimentação] permite que o aluno reconheça que também é responsável pela obtenção das informações necessárias para seu conhecimento. (Professor S).

Nesse sentido, Demo (2011) defende que a participação do estudante em atividades de pesquisa proporciona a passagem de objeto a sujeito, no sentido de torná-lo capaz de realizar uma reflexão crítica e executar a atividade de forma autônoma.

Outra finalidade manifestada pelos professores é a experimentação como motivadora para a aprendizagem, na medida em que estimula um processo de inquietação incentivado pela possibilidade de descobrir algo novo, despertando a curiosidade dos estudantes e motivando-os para as aulas. Segundo Oliveira e Soares (2010), essa percepção é compartilhada entre muitos professores ao acreditarem que somente com a prática de experimentos é que os estudantes aprendem conceitos relacionados aos temas trabalhados em sala de aula. Esse entendimento pode ser observado, por exemplo, nos seguintes enunciados:

[...] a experimentação em sala de aula permite que o aluno se interesse mais pelas aulas, sentindo-se motivado para realizar suas próprias experimentações. (Professor G).

Problematizando a experimentação, surgem os questionamentos, as dúvidas e a curiosidade do aluno em querer saber mais sobre determinado assunto. (Professor K).

Esses enunciados, em particular o último, evidenciam o entendimento dos professores sobre a importância de aproveitar o interesse gerado pelas atividades experimentais para problematizá-



las, levantando os conhecimentos dos alunos e suas percepções em relação ao experimento. Segundo Gonçalves e Galiazzi (2006), “o ‘surpreendente’ que caracteriza a atividade experimental precisa ser transcendido na direção da construção de conhecimentos mais existentes” (p. 240), necessitando um aprofundamento dos conceitos envolvidos, indo muito além de simples observação. Nesse processo é que se configura a aprendizagem por meio da experimentação, “visto que *questionando, experimentando, levantando hipóteses e buscando explicações para os fenômenos envolvidos na pesquisa, são capazes [os estudantes] de desenvolver habilidades e competências*” (Professor V).

A construção do conhecimento científico, por meio de uma atividade experimental problematizada, também foi destacada pelos professores, conforme observado na seguinte citação:

[...] a experimentação problematizadora possibilita a apropriação do conhecimento científico pelo aluno de maneira crítica e reflexiva. (Professor K).

Dentre as concepções manifestadas pelos professores quanto à função da experimentação na aprendizagem dos alunos, a que apresentou maior destaque foi o caráter investigativo que a experimentação assume quando é proporcionado aos alunos interagirem com materiais, testar teorias, formular hipóteses, levantar questionamentos e validar seu conhecimento. A experimentação guiada dessa forma possibilita com que o aluno elabore suas próprias hipóteses, realizando testes de modo a comprová-las ou refutá-las, mediado pela orientação do professor. Esse entendimento foi manifestado pelos professores, conforme pode ser observado nos seguintes enunciados:

[...] experimentação pode servir como processo investigativo cuja finalidade seja a exploração, o levantamento de hipóteses sobre o fenômeno estudado. (Professor O).

A experimentação se torna muito importante à medida que possibilita ao aluno interagir, fazer, montar e descobrir a resposta. (Professor U).

Segundo Hodson (1988), os alunos aprendem melhor pela experiência direta, vivenciada em qualquer atividade prática que os faça ser mais ativos do que passivos. Em uma atividade experimental, o aluno necessita ter liberdade para decidir quais procedimentos são os mais adequados para a situação investigada, quais análises devem ser realizadas e como deve organizar suas conclusões (Moraes, 1993).

A proposição de atividades experimentais cuidadosamente planejadas, que priorizem a pergunta, a argumentação e a comunicação de ideias, pode proporcionar uma melhor aprendizagem e apropriação de conhecimentos, pois os estudantes são motivados pelo desejo de conhecer e descobrir algo novo.

A função da experimentação na prática do professor

A segunda categoria emergente na análise dos depoimentos dos professores integra o conjunto de unidades de sentido que dizem respeito à prática docente. Para eles, “*(...) a experimentação é uma ferramenta que auxilia na prática dos professores*” (Professor F), pois permite que se faça uso de uma metodologia diferente daquela que o aluno está acostumado:

Os experimentos contribuem de maneira significativa no ensino de matemática e de ciências, uma vez que proporcionam uma nova visão dos alunos em relação às metodologias consideradas mais tradicionais. (Professor C).



Acredito também que a experimentação é motivadora, por ser uma maneira diferente de apresentar as ciências ao aprendiz. (Professor X).

A característica motivadora que é atribuída à experimentação é novamente destacada, como foi possível constatar nesse último enunciado. Ao propor atividades diversificadas, diferentes daquelas com que os estudantes estão acostumados, que os estimulem e desperte interesse, esses passam a sentir-se motivados, envolvendo-se nas aulas e relacionando-se produtivamente com o professor.

Conforme Rosito (2003), as atividades experimentais proporcionam ao professor e aos estudantes a oportunidade de um planejamento conjunto. Nesse sentido, ambos tornam-se responsáveis pela produção do conhecimento, apontando curiosidades, interesses e necessidades, envolvendo-se em uma atividade de pesquisa e reflexão.

Foi possível perceber duas concepções distintas conferidas pelos professores sobre como a experimentação pode ser conduzida em sala de aula: de forma ilustrativa ou investigativa, concordando com Giordan (1999).

Uma atividade ilustrativa é utilizada para demonstrar conceitos, porém é realizada sem problematização e discussão dos fenômenos envolvidos, trazendo de forma implícita a ideia de verdades estabelecidas. Essa concepção pode ser depreendida ao analisar-se o seguinte enunciado:

[...] a experimentação é uma ferramenta que auxilia na prática dos professores, pois podem de maneira mais ilustrativa demonstrar determinado conteúdo. (Professor F).

Nesse tipo de prática, o professor é o experimentador e o aluno observa e comprova as informações fornecidas por ele. Apresenta, assim, uma postura passiva, sem participar ativamente do processo. Entretanto, "o aluno não aprende uma teoria simplesmente por sua demonstração ou comprovação" (Gonçalves & Galiazzi, 2006, p. 239), a atividade experimental precisa ser problematizada.

Para Hodson (1994), atividades que se parecem com receitas, nas quais os alunos são orientados a seguir um roteiro, sem compreender os objetivos do experimento e o motivo de o estarem desenvolvendo são inúteis, pois não acarretam aprendizagens relevantes. Trabalhar a experimentação desse modo, transmite para os alunos uma visão de que a ciência não é provisória, mas sim, pronta e acabada e que para fazê-la basta seguir uma série de etapas.

Por outro lado, a experimentação investigativa é empregada como um meio para obter informações que desencadeiem na discussão, na reflexão, no questionamento e na argumentação, fazendo com que o estudante compreenda os conceitos e os processos envolvidos. Um dos professores argumenta que "a experimentação pode possibilitar aos alunos interagir com materiais que permitam testar teorias, hipóteses, levantar novas questões." (Professor W), manifestando o entendimento de que nenhum conhecimento é construído do nada, mas sim reconstruído com base em conceitos já existentes, concordando com Rosito (2003). Para Galiazzi e Gonçalves (2004), "[...] as atividades experimentais devem ser organizadas considerando que é preciso aprender a observar, de modo a que essa observação possa mostrar as teorias de quem o faz" (p. 240), e isso só é possível por meio da reflexão gerada por discussões mediadas pelo professor. Nesse tipo de atividade, a interação entre sujeito e objeto é essencial, pois ao entrar em contato com os fenômenos investigados ele os assimila e os traduz.



A função da experimentação na abordagem de conteúdos

Nos seus textos, grande parte dos professores destacam a importância da experimentação na articulação entre teoria e prática. Um dos sujeitos define que a experimentação trata-se “*de um elo entre o conhecimento e o cotidiano*” (Professor Q), permitindo que os alunos percebam na prática a aplicabilidade do conteúdo desenvolvido em aula. Essa é uma concepção muito presente entre os professores, o que se pode observar nos seguintes trechos:

[A experimentação] é uma forma de complementar o conteúdo, onde auxilia o aluno a perceber de forma concreta a teoria que foi trabalhada em sala de aula. (Professor M).

A experimentação no ensino de Ciências e Matemática tem como principal função realizar na prática questões as quais muitas vezes ficam só na teoria. (Professor O).

[...] a partir da experimentação os conteúdos estudados podem ficar mais evidentes. (Professor P).

Esses discursos mostram como os professores se preocupam em relacionar os conteúdos abordados em aula com suas possíveis aplicações, como forma de favorecer o entendimento da Ciência e da Matemática e seus processos. Segundo Hoernig e Pereira (2004), por meio da observação dos fenômenos estudados e da manipulação de materiais o aluno pode construir um conceito que antes era apenas imaginado.

Parece consenso entre os professores a importância de proporcionar uma experiência direta sobre os fenômenos estudados, confrontando a abstração teórica com a realidade como auxílio no processo de construção do conhecimento científico. Entretanto, não referem como fazem essa relação, entre teoria e experimentação, em suas práticas pedagógicas. Conforme Amaral e Silva (2000 citados por Silva & Zanon, 2000):

[...] ao invés da via de mão única, a ciência deve ser vista como uma via de mão dupla. Vai-se dos experimentos às teorias; vem-se das teorias às experiências. O importante é que a teoria e o experimento dialoguem, não na tentativa inócua de estabelecer entre eles uma hierarquia e uma regra de procedência. (p. 139)

Esse apontamento não foi citado pelos professores. As aulas experimentais devem estar ancoradas em teorias, nas quais devem ser questionadas, validadas ou refutadas por discussões estabelecidas em grupo e em outras mediações realizadas pelo professor. Teoria e prática devem ser processos que se complementam, desencadeados pela reflexão.

A função da experimentação na construção do ambiente da sala de aula

A última categoria é composta pelo conjunto de unidades de sentido que dizem respeito às concepções dos sujeitos sobre a influência da experimentação no ambiente da sala de aula. Para os professores, a atividade experimental modifica o espaço escolar, pois cria um ambiente motivador uma vez que dá liberdade para o aluno expor suas ideias, refletir e tomar decisões, individuais e coletivamente. Exemplos destas concepções podem ser observadas no seguintes enunciados:

A experimentação cria o ambiente propício para que a observação seja feita e que se possa entender, o que se passa, perceber o fenômeno, ou algo do gênero. (Professor D).

Sua função, além de propiciar ao aluno um ambiente de trabalho motivador, é de problematizar



o que está sendo estudado a partir do que o aluno já sabe. (Professor L).

A utilização de atividades de experimentação apenas como estratégia motivadora para as aulas é vista com cuidado por alguns autores (Guimarães, 2009; Hodson, 1994). Suart (2008) pondera que “a experimentação é um recurso pedagógico que contempla diversas habilidades, principalmente as cognitivas, mas muitos professores ainda as utilizam de maneira inadequada, desvalorizando seus aspectos cognitivos e privilegiando muitas vezes somente seu caráter motivador” (p. 21).

Contudo, ao referenciarem a experimentação como recurso problematizador, torna a sala de aula um espaço proveitoso para o enriquecimento das teorias sobre os processos das ciências (Galiazzi & Gonçalves, 2004). As relações interpessoais entre professor e alunos também são favorecidas, uma vez que o diálogo é estabelecido e o aluno deixa de ser um expectador de aulas em que o professor é o único detentor do conhecimento, e passa a questionar, pensar, argumentar, agir e inferir.

Conclusões

Os textos elaborados pelos sujeitos do estudo estavam carregados de significados e a sua análise possibilitou inúmeras reflexões. Ao retomar o objetivo desta investigação de identificar as concepções de professores sobre a função da experimentação no ensino de Ciência e Matemática, é possível perceber que os sujeitos compreendem que as atividades experimentais possibilitam aos estudantes interagirem com materiais, testar teorias, formular hipóteses e propor questionamentos, atribuindo a ela um caráter motivador.

Entendem, ainda, a experimentação como um momento que proporciona o desenvolvimento de muitas competências, uma vez que o estudante tem a oportunidade de envolver-se como protagonista do processo de aprendizagem assumindo uma postura crítica, realizando julgamentos e tomando decisões por meio do diálogo entre os colegas e o professor.

Esse contexto, no qual os professores descrevem a experimentação, confere à atividade experimental numa estratégia adequada para explorar situações de resolução de problemas reais e para sua contextualização na perspectiva CTS. Conforme Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007), o trabalho em sala de aula, quando desenvolvido com o enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade, adquire outro sentido, pois “professores e alunos passam a descobrir, a pesquisar juntos, a construir e/ou produzir o conhecimento científico, que deixa de ser considerado algo sagrado e inviolável. Ao contrário, está sujeito a críticas e a reformulações” (p.77).

É possível depreender, portanto, que a experimentação pode servir de apoio para a educação CTS, visando a promover o interesse dos estudantes pela ciência e tecnologia, discutir suas implicações sociais e compreender a natureza da ciência e do trabalho científico, de modo a formar cidadãos científica e tecnologicamente alfabetizados (Auler, 2007).

Entretanto, é importante destacar que as concepções epistemológicas que sustentam a experimentação, bem como as práticas pedagógicas com orientações CTS, ainda são pouco discutidas entre os professores, especialmente nos cursos de licenciatura (Martins, 2003). Os sujeitos deste estudo, embora estivessem em situação de formação continuada, não se posicionaram quanto ao aspecto ilustrativo/investigativo com que desenvolvem a experimentação em suas aulas.



Pelo contrário, embora as atividades investigativas sejam mais adequadas para desenvolver o pensamento autônomo e crítico dos estudantes, as percepções dos sujeitos de pesquisas aproximaram-se mais das atividades ilustrativas. Assim, é possível apontar que, ainda que os professores compreendam a importância da experimentação na valorização das individualidades dos alunos e assumam a capacidade do estudante em transformar, desconstruir e reconstruir situações e conhecimentos, também apresentam dificuldades em transcender a visão da ciência como uma verdade neutra, objetiva e empírica.

Espera-se que as informações e análises apresentadas neste estudo contribuam para reflexão dos professores de Ciências e Matemática acerca da experimentação em sala de aula, como forma de problematizar o conhecimento do aluno, priorizando o questionamento, a argumentação e a reflexão, integrando suas compreensões pessoais tanto do ambiente natural, quanto social e tecnológico, assim como apontam as orientações CTS.

Referências

- Almeida, L. R. de. (2009). O incidente crítico na formação e pesquisa em educação. *Educação & Linguagem*, 12(19), 181–200. Retrieved from <https://www.metodista.br/revistas/revistas-ims/index.php/EL/article/view/820/888>
- Auler, D. (2007). Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. *Ciência & Ensino*, 1 (Número especial), 1–20. Retrieved from <http://prc.ifsp.edu.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/147/109>
- Brasil. (1997). *Parâmetros curriculares nacionais : ciências naturais*. Brasília: Ministério da Educação. Retrieved from <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro04.pdf>
- Demo, P. (2011). *Educar pela pesquisa* (9.ª Ed.). São Paulo: Autores Associados.
- Dicionário da Língua Portuguesa: acordo ortográfico*. (2015). Porto: Porto Editora.
- Freire, P. (2003). *Pedagogia da autonomia: saberes necessário à prática educativa* (26.ª Ed.). Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Galiazzi, M. do C., & Gonçalves, F. P. (2004). A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em Química. *Química Nova*, 27(2), 326–331.
- Galiazzi, M. do C., Rocha, J. M. de B., Schilitz, L. C., Souza, M. L. de, Giesta, S., & Gonçalves, F. P. (2001). Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. *Ciência & Educação*, 7(2), 249–263.
- Giani, K. (2010). *A experimentação no Ensino de Ciências: possibilidades e limites na busca de uma Aprendizagem Significativa*. Dissertação de Mestrado. Brasília: Universidade de Brasília. Retrieved from http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/9052/1/2010_KellenGiani.pdf
- Giordan, M. (1999). O papel da Experimentação no ensino de ciências. *Química Nova Na Escola*, (10), 43–49.
- Gonçalves, F. P., & Galiazzi, M. do C. (2006). A natureza das atividades experimentais no ensino



de ciências: um programa de pesquisa educativa no cursos de Licenciatura. In R. Moraes, & R. Mancuso (Eds.), *Educação em Ciências: produção de currículos e formação de professores* (pp. 237–252). Ijuí: UNIJUÍ.

Gouvêa, G., & Leal, M. C. (2001). Uma visão comparada do ensino em ciência, tecnologia e sociedade na escola e em um museu de ciência. *Ciência & Educação*, 7(1), 67–84. doi: <http://doi.org/10.1590/S1516-73132001000100005>

Guimarães, C. C. (2009). Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. *Química Nova Na Escola*, 31(3), 198–202. Retrieved from http://webeduc.mec.gov.br/portaldoprofessor/quimica/sbq/QNEsc31_3/08-RSA-4107.pdf

Hodson, D. (1988). Experimentos na ciência e no ensino de ciências. *Educational Philosophy and Theory*, 20, 53-66. Retrieved from <http://www.iq.usp.br/palporto/TextoHodsonExperimentacao.pdf>

Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de Las Ciencias*, 12(3), 299-313. Retrieved from <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21370/93326>

Hoernig, A. M., & Pereira, A. B. (2004). As aulas de ciências iniciando pela prática: o que pensam os alunos. *Revista Da Associação Brasileira de Pesquisa Em Educação Em Ciências*, 4(3), 19–28. Retrieved from <http://revistas.if.usp.br/rbpec/article/viewFile/102/94>

INED (2015). *Institut National D'Études Démographiques*. Retrieved from <http://www.ined.fr/en/>

Lüdke, M., & André, M. E. D. A. (2012). *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: E.P.U.

Marandino, M., Selles, S. E., & Ferreira, M. S. (2009). *Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos*. São Paulo: Cortez.

Martins, I. (2011). Ciência e Cidadania: perspectivas de Educação em Ciência. In *Actas Do XIV Encontro Nacional de Educação Em Ciências: Educação Em Ciências Para O Trabalho, O Lazer E a Cidadania* (pp. 21–31). Retrieved from http://blogs.ua.pt/isabelpmartins/bibliografia/AtasNac_37_CienciaCidadania_XIV_ENEC_2011.pdf

Martins, I. (2012). Literacia Científica e CTS. In *Atas do VII Seminário Ibérico/III Seminário Iberoamericano CTS no ensino das Ciências "Ciência, Tecnologia e Sociedade no futuro do ensino das ciências"* (pp. 24–28). Madrid, Espanha: OEI – Organização dos Estados Iberoamericanos e AECID – Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo.

Martins, I. P. (2003). Formação inicial de professores de física e química sobre a tecnologia e suas relações sócio-científicas. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 2(3), 293-308. Retrieved from http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen2/REEC_2_3_6.pdf

Moraes, R. (1993). *Experimentação no ensino de Ciências. Projeto Melhoria da Qualidade de Ensino – Ciências 1º Grau*. Porto Alegre: Governo do Estado do Rio Grande do Sul – SE.

Moraes, R., & Galiazzi, M. do C. (2012). *Análise Textual Discursiva*. Ijuí: UNIJUÍ.



- Moraes, R., Galiuzzi, M. do C., & Ramos, M. G. (2012). Pesquisa em sala de aula: fundamentos e pressupostos. In R. Moraes, & V. M. do R. Lima (Eds.), *Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos* (pp. 9–23). Porto Alegre: EDIPUCRS.
- Mortimer, E. F. (2002). Uma agenda para a pesquisa em educação em ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa Em Educação Em Ciências*, 2(1), 25–35. Retrieved from <http://revistas.if.usp.br/rbpec/article/view/179/164>
- Oliveira, N. de, & Soares, M. H. F. B. (2010). As atividades de experimentação investigativa em ciência na sala de aula de escolas de ensino médio e suas interações com o lúdico. In *XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ)* (pp. 1–12). Brasília: IQ/UnB. Retrieved from <http://www.xvneq2010.unb.br/resumos/R1316-1.pdf>
- Pinheiro, N. A. M., Silveira, R. M. C. F., & Bazzo, W. A. (2007). Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. *Ciência & Educação (Bauru)*, 13(1), 71–84. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=251019509005>
- Prsbyciem, M. M. (2015). *A experimentação investigativa em um enfoque CTS no ensino das funções químicas inorgânicas ácidos e óxidos na temática ambiental*. Tese de Mestrado. Londrina: Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Retrieved from http://ppgect.pg.utfpr.edu.br/site/wp-content/uploads/2016/02/PG_PPGECT_M_Prsbyciem-Marques-Moisés_2015.pdf
- Rodrigues, A. A. V. (2005). *Ambientes de Ensino Não Formal de Ciências: Impacte nas Práticas de Professores do 1º CEB*. Dissertação de Mestrado. Aveiro: Universidade de Aveiro. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10773/1278>
- Rosito, B. A. (2003). O ensino de Ciências e a experimentação. In R. Moraes (Ed.), *Construtivismo e ensino de Ciências* (3.ª Ed., pp. 195–208). Porto Alegre: EDIPUCRS.
- Sá, P., Guerra, C., Costa, A. P., Loureiro, M. J., & Vieira, R. M. (2013). Courseware SeRe®- um recurso digital para a Educação para o Desenvolvimento Sustentável. Da concepção do recurso à formação de professores. *Indagatio Didactica*, 5(4), 96–120. Retrieved from <http://revistas.ua.pt/index.php/ID/article/view/2568>
- Santos, W. L. P., & Schnetzler, R. P. (2010). *Educação em Química: compromisso com a cidadania*. Ijuí: UNIJUÍ.
- Silva, L. H. A., & Zanon, L. B. (2000). A experimentação no ensino de ciências. In R. P. Schnetzler, & R. M. R. Aragão (Eds.), *Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens* (pp. 120–153). Campinas: UNIMEP/CAPEs.
- Suart, R. de C. (2008). *Habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em atividades experimentais investigativas*. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Universidade de São Paulo. Retrieved from www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/.../Rita_de_Cassia_Suart.pdf
- UNEP. (2012). *21 Issues for the 21st Century: Result of the UNEP Foresight Process on Emerging Environmental Issues*. Nairobi, Kenya: UNEP.
- Vilelas, J. (2009). *Investigação. O Processo de Construção do Conhecimento*. Lisboa: Edições Sílabo.
- Yin, R. (2009). *Case Study Research. Design and Methods*. Thousand Oaks: Sage Publications.