

EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS
NA INTERAÇÃO ENTRE EDUCAÇÃO SUPERIOR
E EDUCAÇÃO BÁSICA

Fábio Peres Gonçalves
Carolina dos Santos Fernandes
Santiago Francisco Yunes
(Organizadores)

 **Atena**
Editora

Ano 2018

FÁBIO PERES GONÇALVES
CAROLINA DOS SANTOS FERNANDES
SANTIAGO FRANCISCO YUNES
(Organizadores)

**EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE
CIÊNCIAS NA INTERAÇÃO ENTRE
EDUCAÇÃO SUPERIOR E EDUCAÇÃO
BÁSICA**

Atena Editora
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E96 Experimentação no ensino de ciências na interação entre educação superior e educação básica [recurso eletrônico] / Organizadores Fábio Peres Gonçalves, Carolina dos Santos Fernandes, Santiago Francisco Yunes. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-85-85107-35-2
DOI 10.22533/at.ed.352181909

1. Aprendizagem. 2. Ciência – Estudo e ensino. I. Gonçalves, Fábio Peres. II. Fernandes, Carolina dos Santos. III. Yunes, Santiago Francisco.

CDD 507

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo do livro e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br E-mail: contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Este livro apresenta um conjunto de diferentes propostas de atividades experimentais elaboradas e desenvolvidas na interação entre uma instituição de educação superior e instituições de educação básica. Os seus autores são profissionais que atuam/atuavam nestas instituições no momento de elaboração da obra.

A escrita em forma de cooperação entre os profissionais supracitados, por vários motivos, nem sempre é uma atividade fácil. Entre os motivos, pode-se destacar o fato de os professores da educação básica estarem reconhecidamente sobrecarregados. De modo que a produção coletiva de atividades experimentais entre docentes da educação superior e docentes da educação básica e, conseqüentemente, a socialização destas se estabelecem como uma característica importante do livro que não se constitui, portanto, em uma “receita” dos primeiros profissionais aos segundos, como acontece com certa frequência em publicações. Em suma, o livro pode ser compreendido como produto de um processo formativo que envolveu os sujeitos aqui citados, na interação com os estudantes da escola.

Outra característica dos capítulos que compõe esta obra é o fato de estarem relacionadas com atividades de pesquisa de diferentes naturezas (trabalhos de pós-graduação, projetos de pesquisa financiados por agências de fomento, etc.). Em outros termos, todas as propostas de atividade experimental foram avaliadas de algum modo em investigações.

A obra foi organizada em quatro capítulos sendo que cada um apresenta pelo menos uma proposta de atividade experimental articulada com determinada perspectiva teórico-metodológica para a experimentação no ensino de ciências da natureza. Os capítulos se assemelham em sua estrutura, uma vez que antes da proposição das atividades experimentais são apresentadas as orientações teórico-metodológicas que balizam os experimentos.

No primeiro artigo intitulado “Atividades experimentais em articulação com a abordagem CTS na educação em química/ciências”, os autores examinam a articulação da abordagem CTS à experimentação no ensino de química/ciências e com base nisso apresentam uma proposta de atividade experimental sobre a utilização de turfa no tratamento de água.

O segundo artigo intitulado “Atividades experimentais em ciências da natureza com a participação de cegos e videntes em pequenos grupos” apresenta três propostas de atividades experimentais para os anos iniciais do ensino fundamental desenvolvidas com a participação de um estudante cego e videntes. As atividades experimentais estão organizadas metodologicamente em contribuições identificadas na literatura no que diz respeito à experimentação no ensino de ciências, ao trabalho em pequenos grupos e ensino de ciências para cegos.

O artigo “Proposta de experimento articulada com a leitura de textos literários”, como sugere o título, apresenta propostas de atividades que articulam leitura e

experimentação. O texto aponta a exploração de um texto literário de um conhecido divulgador da ciência: José Reis.

Por fim, o artigo “Propostas metodológicas para a experimentação no ensino de química” apresenta uma adequação de três propostas de atividades experimentais do livro “Experimentação na educação em química: fundamentos, propostas e reflexões” (GONÇALVES; BRITO, 2014) para o ensino médio.

Todos os trabalhos apresentados estão relacionados com trabalhos de pesquisas e representam propostas tanto de processos de formação de professores como de elaboração de atividades experimentais em constante movimento. Portanto, o livro é caracterizado por uma incompletude que pode ser enfrentada a partir da interação com os destinatários que são principalmente professores e licenciandos da área de ciências da natureza e formadores de professores desta área.

Fábio Peres Gonçalves
Carolina dos Santos Fernandes
Santiago Francisco Yunes

REFERÊNCIA

GONÇALVES, F. P.; BRITO, M. A. Experimentação na educação em química: fundamentos, propostas e reflexões. 1. ed. Florianópolis: Editora UFSC, 2014.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ATIVIDADES EXPERIMENTAIS EM ARTICULAÇÃO COM A ABORDAGEM CTS NA EDUCAÇÃO EM QUÍMICA/ CIÊNCIAS	
<i>Fábio Peres Gonçalves</i>	
<i>Carolina dos Santos Fernandes</i>	
<i>Bruna Szpoganicz</i>	
<i>Vanderlei José Valim Vieira Filho</i>	
<i>Santiago Francisco Yunes</i>	
<i>Carlos Alberto Marques</i>	
<i>Adélio A.S.C. Machado</i>	
CAPÍTULO 2	23
ATIVIDADES EXPERIMENTAIS EM CIÊNCIAS DA NATUREZA COM A PARTICIPAÇÃO DE CEGOS E VIDENTES EM PEQUENOS GRUPOS	
<i>Beatriz Biagini</i>	
<i>Fábio Peres Gonçalves</i>	
CAPÍTULO 3	46
PROPOSTA DE EXPERIMENTO ARTICULADA COM A LEITURA DE TEXTOS LITERÁRIOS	
<i>Simone dos Santos Ribeiro</i>	
<i>Cícero José Marques de Farias</i>	
<i>Fábio Peres Gonçalves</i>	
CAPÍTULO 4	61
PROPOSTAS METODOLÓGICAS PARA A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA	
<i>Patrícia de Souza Felipe</i>	
<i>Vanderlei José Valim Vieira Filho</i>	
<i>Fábio Peres Gonçalves</i>	
SOBRE OS ORGANIZADORES	74
SOBRE OS AUTORES	75

ATIVIDADES EXPERIMENTAIS EM ARTICULAÇÃO COM A ABORDAGEM CTS NA EDUCAÇÃO EM QUÍMICA/CIÊNCIAS

Fábio Peres Gonçalves

Universidade Federal de Santa Catarina,
Departamento de Química
Florianópolis, Santa Catarina

Carolina dos Santos Fernandes

Universidade Federal de Santa Catarina,
Departamento de Metodologia de Ensino
Florianópolis, Santa Catarina

Bruna Szpoganicz

Universidade Federal de Santa Catarina,
Departamento de Química
Florianópolis, Santa Catarina

Vanderlei José Valim Vieira Filho

Escola de Educação Básica Getúlio Vargas
Florianópolis, Santa Catarina

Santiago Francisco Yunes

Universidade Federal de Santa Catarina,
Departamento de Química
Florianópolis, Santa Catarina

Carlos Alberto Marques

Universidade Federal de Santa Catarina,
Departamento de Metodologia de Ensino
Florianópolis, Santa Catarina

Adélio A.S.C. Machado

Universidade do Porto, Departamento de Química
e Bioquímica
Porto, Portugal

RESUMO: As atividades experimentais têm ocupado um papel de destaque na literatura

em didática das ciências, assim como trabalhos associados às interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Mais recentemente identificam-se trabalhos que associam às atividades experimentais questões que envolvem as interações CTS. Assim, neste trabalho se examina, a partir de uma revisão de literatura, como a abordagem CTS tem sido vinculada à experimentação no ensino de química/ciências da natureza. Com base em reflexões advindas desta revisão se apresenta uma proposta de experimento ligada à utilização da turfa no tratamento de água.

PALAVRAS-CHAVE: atividades experimentais, CTS, ensino de química.

ABSTRACT: Experimental activities have played a prominent role in the literature in science didactics, as well as works associated with the interactions between Science, Technology and Society (STS). More recently, work has been identified that associates experimental activities with questions that involve STS interactions. This paper examines, from a literature review, how the STS approach has been linked to experimentation in the teaching of chemistry / nature sciences. Based on the reflections from this review, a proposal of an experiment related to the use of peat in water treatment is presented.

KEYWORDS: experimental activities, STS,

1 | INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas é possível identificar na literatura em ensino de química, em particular, e em ensino de ciências da natureza, de modo geral, um grande número de publicações que tratam tanto de atividades experimentais quanto da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), bem como alguns trabalhos que associam essas duas temáticas de pesquisa.

Sobre as críticas às atividades experimentais e a importância dessas no ensino de ciências se podem citar coletâneas como as organizadas por Wellington (1998) e por Psillos e Niedderer (2002), que trazem inclusive as reflexões precedentes a essas obras relativas às atividades experimentais. Nesse âmbito, pode-se citar igualmente o trabalho de Hofstein e Mamlok-Naaman (2007). Já sobre a abordagem CTS o trabalho de Pedretti e Nazir (2011) apresenta uma revisão que reconhece ao longo de quatro décadas tal abordagem como permeada por diferentes compreensões e inclusive por confusões. Nesse estudo, do mesmo modo, referenciam-se outros trabalhos que se dedicaram a uma revisão sobre a abordagem CTS na educação em ciências. No artigo as autoras utilizam a expressão *STSE (science, technology, society and environment)* e não *STS (science, technology and society)*. No entanto, reconhecem que quando se referem à *STSE* (acrônimo em português CTSA) estão enquadrando igualmente os trabalhos sobre *STS* (acrônimo em português CTS). O inverso também ocorre na literatura, de maneira que a diferença entre as duas designações é difusa.

O presente trabalho, a partir de uma revisão de literatura, analisa como a abordagem CTS tem sido articulada à experimentação no ensino de química, em particular, e ao ensino de ciências da natureza, de modo geral. Compreende-se que o estudo dessas articulações pode favorecer reflexões sobre suas finalidades e subsidiar novas propostas de associação da abordagem CTS às atividades experimentais no ensino de química/ciências. Por fim, apresenta-se uma proposta de experimento, na qualidade de um exemplar, que busca aproximar-se de discussões sinalizadas a partir da revisão de literatura. O experimento apresentado refere-se à utilização da turfa no tratamento de água, mais especificamente no processo de filtração como uma forma de reduzir a concentração de alumínio na água tratada que pode se originar da utilização do sulfato de alumínio como coagulante. Cabe destacar, que a proposta caracteriza um caso inicial em um estudo com a intenção explícita de explorar o enfoque CTS em atividades experimentais. Cumpre registrar que uma versão preliminar preliminar deste trabalho foi apresentada ao XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química realizado em 2016 em Florianópolis-Brasil.

2 | ABORDAGEM CTS E ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

Por meio deste trabalho encontramos indicativos de que a associação entre a abordagem CTS e as atividades experimentais no ensino de química é recente e também incipiente. A consulta de trabalhos foi realizada no ano de 2014 utilizando os descritores CTS, CTSA, STS e STSE nos indexadores *Scientific Electronic Library Online (SciELO-Brasil)*, *Scopus* e *Web of Science*. Outra fonte de consulta com os descritores citados foi o Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Os periódicos *Journal of Chemical Education* e *Chemistry Education: Research and Practice* também foram consultados com os mesmos descritores. Além disso, incluíram-se na amostra analisada artigos dos quais se tinha conhecimento que tratavam da articulação entre abordagem CTS e atividades experimentais no ensino de química/ciências.

A associação entre a abordagem CTS e as atividades experimentais foi agrupada em três categorias emergentes de análise, as quais serão a seguir exploradas: experimentos em propostas de ensino de cunho CTS; ensino de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais; e motivação. A categoria motivação é aquela que parece agrupar maior número de trabalhos.

2.1 Experimentos em Propostas de Ensino de Cunho CTS

A articulação entre experimentos e a abordagem CTS pode ocorrer de forma menos explícita em trabalhos em que as atividades experimentais estejam marcadamente presentes em propostas de ensino de cunho CTS. É o caso do trabalho de Paixão, Pereira e Cachapuz (2006) que relata o desenvolvimento de um projeto com estudantes secundários portugueses envolvendo o assunto tingimento tradicional de tecidos versus tingimento industrial. O projeto contemplou a realização de experimentos vinculados à questão do tingimento que se articularam com discussões sobre CTS. No âmbito do projeto os alunos realizaram saídas de campo a laboratórios universitários, indústria têxtil e a um museu têxtil, onde tiveram a oportunidade de debater a respeito de questões ambientais acerca do tratamento de efluentes do processo industrial de tingimento. Identificou-se no artigo a abordagem de uma temática que se caracteriza como sendo de natureza local. Em outro trabalho de Paixão (2004) se identificou também o desenvolvimento de uma proposta de ensino acerca de uma temática local, qual seja, misturas presentes na vida cotidiana dos alunos, com uma visita desses sujeitos a uma indústria de farinha na localidade em que estavam inseridos. Neste trabalho se tem indicativos de que o critério de seleção da temática se relacionou com os conhecimentos disciplinares previamente definidos à componente curricular química. As atividades experimentais desenvolvidas no projeto possuem uma orientação que se aproxima de uma perspectiva de resolução de problemas/investigação. A associação entre atividades experimentais de caráter investigativo com discussões acerca das interações CTS também foi tecida por Souza

e Martins (2011). No trabalho destes autores se apresenta um relato de experiência a respeito de atividades promovidas com estudantes do ensino médio na construção de biodigestores didáticos. Souza e Martins (2011) destacam que o fato de ter sido uma atividade pontual limitou o enriquecimento da visão dos estudantes sobre o papel da experimentação, permanecendo compreensões que reduzem a experimentação à comprovação de teorias.

Todavia, nem todos os trabalhos citam explicitamente a fundamentação teórico-metodológica que orientou o desenvolvimento da atividade experimental dentro da proposta de caráter CTS. Isso pode estar associado com a natureza dos trabalhos publicados, que dão diferentes ênfases às atividades experimentais. Por exemplo, os artigos de Paixão, Pereira e Cachapuz (2006), Paixão (2004) e Souza e Martins (2011) se caracterizam como relatos de experiências e por isso destinam mais espaço para detalhar as atividades. Já os trabalhos de Mundim e Santos (2012) e Machado e Pinheiro (2010), por exemplo, na qualidade de pesquisas em ensino de ciências, não trazem detalhamentos acerca da fundamentação teórico-metodológica que pautou o desenvolvimento da atividade experimental em suas propostas. A investigação de Mundim e Santos (2012) possuía o objetivo de analisar como uma abordagem de tema sociocientífico permite que alunos em aulas de ciências no ensino fundamental relacionem conhecimentos científicos com situações de suas vivências. Enquanto que Machado e Pinheiro (2010) promoveram uma pesquisa em que foram analisados os efeitos de uma metodologia no ensino de física na educação superior, considerando-se aspectos da abordagem CTS. Em síntese, nesses trabalhos de pesquisa a articulação entre atividades experimentais e a abordagem CTS aparece de maneira ainda mais tácita do que naqueles que são relatos de experiência.

Os trabalhos supracitados fazem referência a uma abordagem CTS com fundamentação teórica explícita. No entanto, essa não é a tônica de todos os trabalhos localizados. Há casos, como o trabalho de Santos (2004), em que nem sequer são citadas referências que exploram a abordagem CTS, de modo que a articulação entre atividades experimentais e abordagem CTS fica empobrecida.

Outra questão que merece ser analisada nos trabalhos que apresentam propostas de ensino de cunho CTS com experimentos se refere à coerência entre os experimentos desenvolvidos e os pressupostos da abordagem CTS adotada. Por exemplo, uma defesa que tem sido feita em trabalhos com abordagem CTS é que o processo de ensino e aprendizagem deve valorizar a participação ativa dos estudantes (GALIETA-NASCIMENTO; VON LINSINGEN, 2006). Por isso, não se compreende como coerente a realização de experimentos de caráter puramente ilustrativo/demonstrativo em propostas de ensino de caráter CTS. Acredita-se que seja mais congruente adotar abordagens metodológicas para as atividades experimentais como a resolução de problemas/investigação, como é exposto no trabalho de Paixão (2004). No âmbito do ensino de química, particularmente, merece atenção a natureza dos reagentes utilizados na promoção dos experimentos e, por conseguinte, seu descarte/

tratamento. No trabalho de Santos (2004) se recomenda, por exemplo, a síntese do ácido acetilsalicílico que pode envolver diferentes etapas, desde propriamente a síntese do ácido até sua purificação e recristalização, sendo que todo esse processo envolve reagentes pouco adequados, em especial ao ambiente escolar, tendo em vista os riscos da sua utilização para o meio ambiente — que inclui a presença do ser humano. Por exemplo, na recristalização citada um solvente recomendado com frequência é o tolueno. Essa substância é classificada como inflamável, corrosiva, tóxica e perigosa ao ambiente aquático. Ademais, acrescenta-se que as discussões sobre problemas ambientais têm sido recorrentes nas abordagens CTS e propostas de ensino caracterizadas por essa abordagem e com atividades experimentais problemáticas do ponto de vista ambiental podem representar uma incongruência. É justo registrar que há mais de uma década atrás tal incongruência não era tão evidente quanto na atualidade.

Em suma, a identificação de propostas de ensino de cunho CTS que se articulam com o desenvolvimento de atividades experimentais sugere que se tome como objeto de reflexão a sinalização de características importantes às atividades experimentais para que tal articulação possa ser sustentada de maneira mais coerente e consistente. Isso vai na contramão da ideia de utilizar o acrônimo CTS como um simples *slogan*, como destacaram Pedretti e Nazir (2011). No conjunto das propostas a dimensão da tecnológica da tríade CTS se destacada, assim como as questões referentes aos chamados problemas ambientais.

2.2 Ensino de Conteúdos Conceituais, Procedimentais e Atitudinais

A aproximação entre as discussões sobre abordagem CTS e atividades experimentais pode favorecer o ensino explicitamente articulado de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais (POZO, 2003). Hidalgo (2009), por exemplo, chama atenção explicitamente para o potencial da abordagem CTS de favorecer este tipo de ensino. Mais especificamente trata-se de um trabalho que buscou planejar uma estratégia, fundamentada na abordagem CTS, utilizando o meio ambiente como laboratório. A análise da estratégia foi realizada junto a estudantes da formação inicial de professores de química.

De outra parte, há propostas em que o ensino articulado de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais não está apontado explicitamente, mas que pode ficar subentendido pela citação do acrônimo CTS. Por exemplo, o trabalho de Costa, Ribeiro e Machado (2012) apresenta um instrumento para análise de atividades experimentais no que concerne ao enquadramento na abordagem CTS - no artigo se sugere a utilização de um novo acrônimo que seria CTSS (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Sustentabilidade). Os autores avaliaram, com o instrumento, propostas de atividades experimentais dos programas dos 10º e 11º anos do ensino secundário português e sinalizam que tais atividades se afastam de uma abordagem CTS. No caso

desse trabalho há indicativos de que a articulação entre as atividades experimentais e a abordagem CTS estaria mais centrada nos conteúdos, sobretudo conceituais e procedimentais da química, do que em uma abordagem de tema - sobre a abordagem de temas se recomenda a leitura de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002). Tal indicativo pode ser reforçado quando os autores afirmam:

Pelas razões apontadas, as experiências de síntese contribuem frequentemente para uma abordagem ampla da química, num contexto industrial e societal, bem inserida numa opção CTSS para o ensino da Química - a sua quase absoluta ausência dos atuais programas do secundário [6] é extremamente lamentável. Mas, neste contexto, o desafio é propor sínteses que, ao mesmo tempo, envolvam riscos baixos, materiais renováveis, degradáveis e do cotidiano, e tenham aplicação real na indústria, o que não é fácil.

[...] Em suma, o tipo de análise apresentado pode ser útil na avaliação, no desenho, ou no redesenho de atividades laboratoriais, tendo em vista a sua inserção num ensino da Química de cariz CTSS, essencial no presente contexto de luta societal pela Sustentabilidade, em que a inovação da tecnologia adquire um papel fulcral (COSTA; RIBEIRO; MACHADO, 2012, p.74).

Sinalizar os experimentos de síntese como suportes de uma abordagem ampla da química, permite interpretar que o ponto de partida para uma abordagem CTS podem ser conteúdos conceituais predefinidos da química e não temáticas mais amplas em que se podem inserir os conteúdos desta ciência. De outra parte, é preciso reconhecer, de acordo com o exposto pelos autores, que o fato de a gênese de uma abordagem CTS ser os conteúdos disciplinares da química não significa se distanciar de uma discussão mais ampla e imperativa que é aquela da “luta societal pela sustentabilidade”. O termo sustentabilidade é sabidamente polissêmico e argumenta-se em favor de uma discussão que aponte a dependência entre os bens naturais finitos e o problema da degradação da energia (MARQUES et al., 2013). Nisso, a componente curricular química pode dar importantes contribuições, seja na educação superior, seja na educação básica, de maneira a enriquecer as discussões de caráter CTS nos processos educativos.

Outra aproximação favorecida mais pelo contexto da própria química é sinalizada por Zandonai et al. (2014), pois a partir do ensino de Química Verde na educação superior se busca analisar potencialidades e limites de um experimento. Assim os autores expõem:

A proposta didática investigativa intencionou, por meio do procedimento experimental integrado à discussão teórica, sensibilizar os licenciandos de Química para as relações do empreendimento tecnocientífico e seus produtos com as questões ambientais, considerando o movimento da Química Verde e a formação inicial de professores no contexto brasileiro. O delineamento da experiência, fundamentado em uma práxis educacional com enfoque CTSA, foi planejado e executado de modo a torná-lo tão verde quanto possível, por meio da substituição de reagentes por outros de menor toxicidade, redução da concentração (por exemplo, da solução hidróxido de amônio de concentração 8%, utilizado na prática tradicional, para uma solução de concentração 1%) e diminuição da escala para a síntese da magnetita e a simulação de recuperação de corpos d'água (ZANDONAI et al, 2014, p.79).

No entanto, nesse artigo os autores reconhecem o potencial da abordagem CTS para o ensino explícito dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Por outro lado, é importante ressaltar que propostas de atividades experimentais, independentemente de uma abordagem CTS, podem favorecer o ensino explícito desses três tipos de conteúdos, como sugere Gonçalves (2009).

Portanto, a partir de diferentes ênfases, este estudo identificou trabalhos que sinalizam o ensino de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais em propostas de atividades experimentais articuladas com a abordagem CTS. De modo que isso pode ser um indicativo de característica a ser perseguida na associação em debate.

2.3 Motivação

A articulação entre atividades experimentais e abordagem CTS é permeada, de forma mais tácita ou explícita, pela ideia de que os estudantes podem ser motivados, por exemplo, para a química/ciência em si. Sobre o que ocasionaria tal motivação antecipa-se que essa é uma questão que merece ser melhor estudada e aprofundada, bem como a aceitação do que seria motivação para os autores. Um debate de mais longo tempo acerca da motivação utiliza os termos extrínseco e intrínseco. As definições do que vem a ser motivação extrínseca e motivação intrínseca não são consensuais na literatura. Amiúde entende-se que motivação intrínseca é aquela interior ao indivíduo, ao contrário da motivação extrínseca. A análise que segue sugere que uma fundamentação teórica explícita sobre o que se compreende por motivação, e a sua análise, é carente nos trabalhos analisados, ainda que essa expressão seja recorrente neles. Exemplificam essa caracterização os trabalhos de Montagut Bosque et al. (2003) e Vianna, Pires e Viana (1999). Nossa compreensão a respeito de motivação vinculada à aprendizagem é sustentada, em parte, pelo o que expõe Tapia (2003). Ou seja, a aprendizagem e a motivação necessitam ser analisadas em um contexto amplo – e não reduzido, como sugerem trabalhos que articulam a abordagem CTS e as atividades experimentais. Variados aspectos ligados ao processo educativo – e ao que é externo a ele – e que não são exclusivos ou inerentes à abordagem CTS e às atividades experimentais, podem ter relação com a motivação discente, tais como o modo de trabalhar (individualmente ou em grupo), a autonomia e a avaliação (TAPIA, 2003).

Na literatura analisada há situações em que a defesa da motivação aparece mais explicitamente ligada com a associação entre abordagem CTS e atividades experimentais, e em outras a finalidade motivacional é apenas mencionada, mas não como uma consequência direta dessa associação. Um exemplo em que se interpreta a defesa da motivação como algo diretamente relacionado à articulação entre a abordagem CTS e as atividades experimentais é o exposto no trabalho de Eilks (2002):

Um método para melhorar a motivação e atitude do estudante para o ensino da ciência escolar pode ser a concepção de lições relacionadas a questões sociais, tais como as aplicações industriais reais e potenciais da ciência e da tecnologia

(EILKS, 2002. p. 77). [tradução nossa]

O método de ensino de química descrito aqui para o tópico do biodiesel [...] visa promover discussões controversas na sala de aula. Ele fornece uma maneira potencial para aumentar a motivação e atitude de estudantes em direção à química e à sua importância para sociedade (EILKS, 2002. p. 84). [tradução nossa]

Motivar os estudantes para a química ou ciências da natureza, de modo geral, é um objetivo bastante antigo e pode estar ligado a diferentes compreensões sobre o papel do ensino de química/ciências. Cumpre destacar que a motivação, por si só, se constitui em um assunto bastante complexo, como apontado.

Há casos em que a motivação não parece estar vinculada diretamente à associação entre atividades experimentais e abordagem CTS:

A estratégia de ensino originou grande motivação por parte dos estudantes para participar nos debates e nas atividades, dentro e fora da aula; também promoveu a sensibilização e reflexão sobre o papel dos estudantes como cidadãos.

[...]

A análise da questão sócio-científica permitiu que os estudantes refletissem sobre as suas concepções de ciência, tecnologia e sociedade, pois no decorrer desta metodologia didática com enfoque CTS se questionou muitas das ideias que tinham a respeito destes temas e se ampliou a visão crítica sobre os mesmos.

Analisar uma questão sócio-científica desde o enfoque CTSA permite articular o desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico que favorecem uma melhor preparação dos estudantes para enfrentar no futuro discussões públicas que envolvem aspectos científicos e tecnológicos (CASTILLO, 2010, p.151). [tradução nossa]

A autora aponta essas considerações a partir da análise do desenvolvimento de “habilidades de pensamento crítico” de alunos a partir do estudo da temática da experimentação em animais não-humanos. Particularmente, neste trabalho a experimentação não aparece como uma proposta metodológica para o ensino de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, mas como um conteúdo em si a ser aprendido, de forma específica, que é a experimentação animal. Essa discussão sobre experimentação, na qualidade de um conteúdo, parece ser mais recente e entendemos que as suas articulações com uma abordagem CTS merecem ser exploradas. É possível identificar essa articulação em trabalhos mais atuais que não constituíram nossa amostra analisada, como o texto de Ribeiro (2016).

Também é possível apontar um exemplo de trabalho que possui uma compreensão fundamentada sobre motivação para aprendizagem por meio de atividades experimentais, ao mesmo tempo em que avança na articulação com a abordagem CTS. Nesta direção está o artigo de Schallies e Eysel (2004) que traz considerações que podem enriquecer o processo educativo, na medida em que chama a atenção da importância de aprender conhecimentos científicos e tecnológicos para, por exemplo, participar de processos de tomada de decisão. Ao contrário do enfoque presente nos famosos e difundidos projetos de ensino de ciências da natureza estadunidenses e ingleses de meados do século passado que apresentavam propostas de atividades experimentais, cuja finalidade era, entre outras, motivar estudantes para as carreiras

científicas. Por outro lado, ainda que implicitamente, têm-se indicativos também que a ideia de fomentar o interesse pela química/ciência, em si mesma, pode permanecer tacitamente na literatura à medida que os assuntos abordados nas propostas estão puramente ligados à química – indústria química, por exemplo - e não a assuntos mais amplos que envolvem ciência e tecnologia. Isso pode ficar mais em evidência em posicionamentos como o que segue:

Este artigo discute a elaboração de um modelo de estudo de caso na indústria de sabão [...] para ajudar a melhorar o envolvimento, motivação e interesse dos estudantes secundários ou de graduação em química, química industrial, em particular (CHOWDHURY, 2013, p.887). [tradução nossa]

O fato de colocar a indústria de sabão como um assunto de interesse tanto a estudantes da educação básica como àqueles da educação superior em química pode ser tomado como um indicativo de aproximação da educação básica à educação superior. Com isso chama-se a atenção para que a aproximação entre as discussões sobre as atividades experimentais e a abordagem CTS não se constitua como um pretexto para evocar antigos objetivos do ensino de ciências – talvez mais presentes do que o desejável – e que estão mais preocupados com a captação de jovens interessados pela ciência e tecnologia, sobretudo em termos de carreira profissional. Entende-se que essa opção pode estar relacionada com os pressupostos da abordagem CTS defendida nas propostas, ou com problemas de interpretação do que vem a ser a abordagem CTS, como sugerem Pedretti e Nazir (2011).

Seja como for, entende-se que reduzir os objetivos das propostas que aproximam atividades experimentais e abordagem CTS a questões de ordem motivacional pode empobrecer tanto as finalidades dessa aproximação quanto das atividades experimentais e de uma abordagem CTS. Santos e Mortimer (2000), fundamentados na literatura, reconhecem a proposição de currículos CTS cuja finalidade seria mais motivacional em comparação com os chamados currículos tradicionais de ciências. Os autores explicitam que esse objetivo se caracteriza por aquela ideia de “dourar a pílula” de propostas de ensino puramente conceituais. Em outras palavras, a abordagem CTS é muito tênue sem avançar em discussões mais complexas das relações CTS. O fato de a própria literatura reconhecer a finalidade motivacional que pode assumir a abordagem CTS fortalece a interpretação aqui exposta com base na análise dos artigos localizados, de que a aproximação entre atividades experimentais e abordagem CTS pode ainda valorizar essa possibilidade de ensino em que o foco pode estar sendo ainda os conteúdos puramente conceituais. Cumpre registrar que a motivação discente como um objetivo das atividades experimentais também é uma questão largamente questionada (HODSON, 1994).

3 | IMPLICAÇÕES AO ENSINO DE QUÍMICA/CIÊNCIAS

Ao buscarmos entender como a abordagem CTS tem sido articulada à experimentação no ensino de química e de ciências da natureza na literatura, evidenciamos articulações que tendem a favorecer relativamente pouco as reflexões sobre suas finalidades e características marcadamente importantes, ainda que novas propostas de associação entre abordagem CTS e atividades experimentais no ensino de química/ciências tenham sido ampliadas nos últimos tempos. Ao prosseguirmos com nossas investigações esperamos enfrentar essa fragilidade e tornar mais explícita uma conformação de articulação entre importantes “instrumentos” de construção de diferentes tipos de conhecimentos envolvidos e necessários a essa perspectiva formativa. Conhecimentos estes que transcendem a dimensão motivacional, como os que envolvem as questões ambientais e de articulação explícita de conteúdos conceituais, procedimentais, atitudinais, os quais podem favorecer a formação social.

O desenvolvimento de atividades experimentais em sintonia com a abordagem CTS pode também constituir uma possibilidade profícua de problematização dessas atividades tanto no âmbito da formação de professores de química/ciências quanto nas ações realizadas na educação básica. Em especial, por ter a abordagem CTS em seu cerne a busca pela compreensão da dimensão social da ciência e da tecnologia. As repercussões éticas e ambientais igualmente podem permear o desenvolvimento das atividades experimentais nos diferentes níveis de ensino.

No entanto, destaca-se a polissemia em torno dos estudos CTS. Em outras palavras há diferentes perspectivas relacionadas a esses estudos considerados pela literatura, com pontos de vistas formativos distintos. Tal aspecto pode ser evidenciado pela descrição das propostas de experimentos abordadas nos trabalhos supracitados.

Nesta rota, Auler e Delizoicov (2001), mencionam duas perspectivas ao se tratar da abordagem CTS, a saber: a ampliada e a reducionista. A primeira discute a superação de construções históricas ligadas à ciência e à tecnologia, quais sejam: a) superação da visão tecnocrática, defensora da ideia de que aspectos ligados à ciência e à tecnologia devem ser discutidos apenas por especialistas na área, isentando a sociedade como um todo da tomada de decisões; b) superação da visão salvacionista, que ressalta a ciência e a tecnologia como solução para diferentes problemas de forma a gerar bem-estar social; e por fim, c) a superação do determinismo tecnológico em que as mudanças sociais são entendidas como decorrência exclusiva das mudanças tecnológicas (AULER; DELIZOICOV, 2001). Já a visão reducionista implica exatamente na valorização das visões tecnocráticas, salvacionistas e do determinismo tecnológico. Em sintonia com uma visão mais crítica da abordagem CTS destaca-se a não neutralidade da ciência e da tecnologia, isto é, estas não podem ser isoladas do contexto na qual foram geradas (DAGNINO, 2008).

O desenvolvimento de atividades experimentais de química fundamentadas em sintonia com uma abordagem CTS em uma perspectiva ampliada pode contribuir

significativamente para caracterização de práticas de ensino contextualizadas, em que o conhecimento químico envolvido no experimento seja compreendido intimamente atrelado a fatores sociais. Tal aspecto pode auxiliar na superação de atividades experimentais em sintonia com uma perspectiva reducionista, as quais podem ser parametrizadas pela comprovação de teorias e pelo caráter incondicionalmente motivador da aprendizagem dos estudantes, por exemplo.

Além disso, a realização de atividades experimentais aportadas na abordagem CTS pode repercutir em ações que considerem especialmente a problematização de dimensões sociais e ambientais relacionadas às discussões de ciência e tecnologia, como: descarte de resíduos e experimentos com entendimentos salvacionistas e catastróficos de ciência e tecnologia. Igualmente, aposta-se em atividades experimentais que apresentem relação com a realidade concreta em que os fatores sociais possam ser melhor contextualizados. Em linhas gerais, os argumentos expostos podem ter implicações positivas no ensino de química/ciências.

Portanto, assume-se como um desafio a organização de propostas de atividades experimentais no ensino de química que se insiram em uma abordagem CTS que se caracterize pela discussão de visões em sintonia com a perspectiva ampliada sinalizada. Isso aponta a importância de não reduzir o debate acerca das atividades experimentais a questões de ordem puramente metodológica.

4 | EXPERIMENTO SOBRE TURFA NO TRATAMENTO DE ÁGUA

Com base no exposto, a atividade experimental aqui proposta tem como cerne abordar uma problemática associada à utilização de sulfato de alumínio como coagulante no processo de tratamento de água. Com frequência o tratamento de água é apresentado em livros didáticos de química brasileiros, sendo que em muitos casos a abordagem desse assunto se aproxima de uma abordagem salvacionista da ciência e da tecnologia (TOQUETTO; GONÇALVES, 2014). Freitas, Brilhante e Almeida (2001), por exemplo, apontam relações da doença Mal de Alzheimer com a ingestão de alumínio. Acredita-se que esse é um assunto, como destacado previamente, a ser estudado de maneira a se aproximar de uma perspectiva ampliada a respeito das interações CTS. Somam-se a isso outras características sinalizadas como a articulação explícita entre conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais e a superação da ideia de que as atividades experimentais e a abordagem CTS têm como objetivo a promoção incondicional da motivação para a aprendizagem de conteúdos puramente conceituais. Ademais, a atividade experimental proposta apresenta características relevantes apontadas há muito tempo na literatura como a valorização do conhecimento inicial dos estudantes e o constante debate sobre o que é realizado no experimento e o porquê dos procedimentos adotados, de tal sorte que a atuação dos estudantes se afaste da ideia de uma pura execução de “receita” (HODSON, 1994).

Contudo, registra-se que esta atividade experimental proposta ainda se situa

em um contexto inicial de planejamento e execução de atividades experimentais articuladas à abordagem CTS e que novas investigações se fazem necessárias para aprofundar a compreensão e proposição de atividades experimentais articuladas à abordagem CTS. Complementa-se que a estrutura aqui proposta para o experimento (questões de estudo, leitura de textos, procedimentos experimentais e questões para discussão) tomou como base aquela de Nascimento, Branco e Gonçalves (2016) em que tiveram indicativos da potencialidade da proposta de atividade experimental promovida para abordar as interações CTS. Os objetivos e conteúdos podem ser selecionados pelo professor que for realizar a atividade de acordo com o seu contexto de atuação profissional.

No Quadro 1 são apresentadas questões para fomentar a discussão e favorecer a explicitação dos conhecimentos iniciais dos alunos. No entanto, outros questionamentos podem emergir a partir da interlocução do docente com os estudantes. As questões podem ser respondidas individualmente e por escrito, e na sequência debatidas em grupos de até quatro integrantes. Além disso, os grupos podem socializar suas respostas para a turma com uma discussão mediada pelo docente.

- Por que tratar a água?

- Qual a função do sulfato de alumínio no tratamento de água?

- Estudos apontam possíveis relações entre a incidência de Mal de Alzheimer e a ingestão de alumínio originário, por exemplo, da água tratada. Como as empresas de tratamento de água procuram resolver o problema de alumínio com concentrações acima do legalmente permitido na água resultante do processo de tratamento?

- Você poderia apontar formas de evitar concentrações de alumínio acima do exigido na água tratada, ainda que seja utilizado o sulfato alumínio?

Quadro 1 – Questões de estudo

Fonte: os autores.

Nas Caixas 1 e 2 são apresentados textos cuja leitura se recomenda aos alunos após o debate das respostas às questões do Quadro 1. Os alunos podem realizar a leitura do texto fora do horário da aula, mas neste caso sugere-se que antes da leitura extraclasse já tenham respondido as questões do Quadro 1, uma vez que tais questões buscam favorecer a apreensão pelo professor dos conhecimentos iniciais dos alunos.

“Água de Florianópolis tem níveis de alumínio acima do recomendado pelo Ministério da Saúde”

13/01/2014- 07h02min

A pedido do Diário Catarinense, um laboratório testou a água de Florianópolis em cinco pontos da cidade e constatou valores de alumínio acima do recomendado pelo Ministério da Saúde. No centro, em Coqueiros, no Continente, e no Rio Tavares, no Sul, o valor é quase três vezes acima do permitido. Os bairros Barra da Lagoa, no Leste, e Ingleses, no Norte, também fizeram parte do estudo. Pesquisas ainda em andamento investigam as relações do produto com o surgimento de doenças como depressão, Parkinson e Alzheimer.

As irregularidades da água são a conclusão de um trabalho feito pelo QMC Laboratório de Análises, credenciado à Agência Reguladora de Serviços de Saneamento Básico do Estado de Santa Catarina (Agesan). De acordo com a bíoquímica do Laboratório Municipal de Florianópolis Eliana Maria de Almeida, o alumínio é um metal pesado de efeito cumulativo incorporado aos órgãos do corpo humano.

O presidente da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental Afonso Veiga Filho explica que as alterações nos níveis de alumínio da água não costumam ser comuns nas cidades brasileiras.

— O produto é usado no tratamento da água, pois o sulfato de alumínio auxilia na coagulação dos materiais em suspensão, para separar as impurezas presentes na água. Se o problema for eventual, não chega a acarretar problemas maiores — explica.

Insuficiência de cloro também é apontada pelo estudo

O relatório encomendado pelo DC apontou irregularidades nos níveis de cloro em dois bairros da capital catarinense. Na Barra da Lagoa, no Leste, a concentração é de menos da metade do exigido por lei (0,07mg por litro, quando o MS estabelece o mínimo de 0,2 mg). No Rio Tavares, no Sul, a concentração é de 0,17 mg.

O engenheiro sanitário Rodrigo Fagonde Motta chama atenção para a contribuição do cloro abaixo do recomendado para o surgimento de enfermidades como o hipotireoidismo, aumento de peso e fadiga.

O que diz a Casan

Responsável pelo setor de qualidade de água, o engenheiro da Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (Casan), José Luciano Soares, contesta o estudo.

— Os resultados apresentados pelo QMC não são verdade absoluta, pois foram coletas pontuais e o relatório da Casan apresenta um histórico de resultados mais representativos para uma análise geral da água da cidade — contesta o técnico da companhia.

Segundo o especialista, a alteração é registrada em altas precipitações, pois nestes casos a quantidade de alumínio é aumentada para remover cor e turbidez da água.

— Como o metal é solúvel, somente mudando a tecnologia atual da Estação de Tratamento de Água seria possível diminuir esses valores. A Casan está investindo em obras de infraestrutura nas unidades de tratamento para aprimorar o processo e garantir que o produto chegue ao consumidor dentro dos padrões estabelecidos pela legislação — explica José Luciano Soares.

[...]

OS RESULTADOS

■ Nivel acima ■ Nivel na média ■ Nivel abaixo

ELEMENTO	CONTINENTE (COQUEIROS)	CENTRO	RIO TAVARES
Alumínio	0,58	0,59	0,56
Cloreto	8,70	7,90	18,90
Cloro	0,82	1,08	0,17
Coliforme total	ausência	ausência	ausência
Eschirichia coli	ausência	ausência	ausência
Fluoreto	0,61	0,73	0,2
Nitrato	0,18	0,19	4,42
Sulfato	7,34	6,86	10,33

	BARRA DA LAGOA	INGLESES	LEGISLAÇÃO	UNIDADE
Alumínio	0,37	0,32	inferior a 0,2	mg/L
Cloreto	18,30	15,80	inferior a 250	mg/L
Cloro	0,07	0,73	entre 0,2 e 2	mg/L
Coliforme total	ausência	ausência	ausente	NMP/100mL
Eschirichia coli	ausência	ausência	ausente	NMP/100mL
Fluoreto	0,37	0,76	inferior a 1,5	mg/L
Nitrato	1,26	2,78	inferior a 10	mg/L
Sulfato	5,14	6,46	inferior a 250	mg/L

[...]"

Fonte: <http://dc.clicrbs.com.br/sc/noticias/noticia/2014/01/agua-de-florianopolis-tem-niveis-de-aluminio-acima-do-recomendado-pelo-ministerio-da-saude-4388199.html>.

“Évora e alumínio têm um passado com 17 anos

HELENA GERALDES - 06/01/2010 - 18:36

Há 17 anos, Évora e o alumínio saltaram para as páginas dos jornais e lá se mantiveram durante meses. Em 1993, tal como hoje, a cidade era abastecida com a água da albufeira de Monte Novo. Por que ainda falamos deste tema em 2010?

O “caso do alumínio” ficou marcado pela morte de 25 doentes da Unidade de Hemodiálise do Hospital Distrital de Évora. As análises realizadas em 1993 aos doentes de Évora revelaram altos teores de alumínio no sangue. A situação foi explicada pela má qualidade da água, justificada pelo então presidente da câmara Abílio Fernandes com a situação de seca que se vivia, e ainda pelo mau funcionamento dos filtros do sistema de osmose inversa instalado na estação de tratamento de águas do hospital, para retirar o excesso em alumínio.

Quando o alumínio se difunde no organismo em quantidades demasiado elevadas pode provocar a morte das células cerebrais, do coração, do fígado e induzir descalcificação óssea. Os doentes renais estão expostos à intoxicação através da água utilizada para a hemodiálise e sofrem com as quantidades de alumínio na água que bebem e na comida que ingerem. Nos indivíduos sãos, parte deste alumínio é eliminada através dos rins, precisamente aquilo que os doentes renais não conseguem fazer.

O caso ficou também para a memória por ter levado à demissão do então ministro do Ambiente, Carlos Borrego, por causa de uma anedota que contou aos microfones de uma rádio local, que sugeria que os alentejanos estariam a usar os cadáveres das pessoas falecidas para fazer reciclagem e aproveitar o alumínio.

O que se passa com Monte Novo?

Mas por que razão, ao fim de 17 anos, ouvimos falar novamente de alumínio em Évora? Manuela Morais, professora do Laboratório da Água da Universidade de Évora, explicou hoje ao PÚBLICO que a albufeira de Monte Novo tem metais acumulados no fundo, nomeadamente ferro, manganês e alumínio.

‘À semelhança do que acontece em outras albufeiras da região, a seguir a períodos de chuva muito forte, as escorrências vindas da bacia de drenagem misturam as águas da albufeira e levam para a superfície os metais acumulados nos fundos’. Antes do Natal, a região tem registado ‘um aumento brutal dos caudais’ dos rios devido às fortes chuvas. ‘As águas das enxurradas transportam tudo o que está nas bacias de drenagem’, incluindo substâncias resultantes da agricultura intensiva e de esgotos urbanos não tratados.

Em 1993, o caso foi o precisamente o contrário. ‘Por causa da seca, deu-se uma concentração de metais e nutrientes na água da albufeira’, disse, lembrando que a qualidade da água é menor no fundo do que na superfície. Mas não é só: ‘A própria geologia da região contribui para a acumulação e libertação desses metais na água’.

‘Tudo aqui no Alentejo é contra a qualidade da água: ou temos pouca ou temos chuvas torrenciais e enxurradas’, salientou. ‘Agora, o importante é sabermos lidar com esta água e ter muito cuidado no seu tratamento’, concluiu”.

Fonte: <https://www.publico.pt/ciencia/noticia/evora-e-aluminio-tem-um-passado-com-17-anos-1416576>

Com a orientação docente pode haver socialização dos comentários dos alunos sobre os textos para debater com toda a turma. Os dados disponibilizados nos textos podem ser objetos de estudo, inclusive por meio de cálculos com conversão de unidades de concentração, escalas, proporcionalidade, etc. Ainda pode haver discussões sobre a comparação com os valores de concentração de alumínio permitido na água tratada e distribuída em outros países como os Estados Unidos - água tratada e distribuída deve ter uma concentração de alumínio que é dez vezes inferior à permitida no Brasil (FREITAS; BRILHANTE; ALMEIDA, 2001).

4.1 Procedimento da Atividade Experimental

4.1.1 Procedimento A

- Em um béquer de 100 mL, colocar aproximadamente 50 mL de água barrenta preparada previamente com água da torneira e 1 g de terra (cerca de meia colher pequena). Não se deve utilizar água turva natural, por exemplo, de córrego, rio ou represa para não correr risco de contaminações.

- Colocar na água barrenta 10 gotas da solução de sulfato de alumínio $0,10 \text{ mol L}^{-1}$, agitar e então adicionar e 20 gotas de solução de Ca(OH)_2 $0,02 \text{ mol L}^{-1}$.

- Agitar lentamente a suspensão com um bastão de vidro e esperar a formação dos flocos. Deixar o recipiente em repouso e observar o que ocorre.

- Filtrar (pode ser utilizado papel filtro de café) e comparar o sistema inicial com o final.

- O papel filtro pode ser descartado no lixo comum.

Após a realização do procedimento experimental se recomenda responder em pequenos grupos as questões do Quadro 2 e em seguida discutir as respostas dos grupos com toda a turma.

- Imediatamente após a adição de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ e Ca(OH)_2 , qual a sua observação? Explique quimicamente o que aconteceu e qual o papel do Ca(OH)_2 .

- Por que se deve realizar uma agitação lenta da solução?

- A água obtida no experimento poderia ser ingerida pelo ser humano sem riscos à sua saúde? Por quê?

- Sugira como diminuir a concentração de alumínio na água decorrente do processo de tratamento após a utilização do sulfato de alumínio como coagulante.

Quadro 2- Questões para discussão

Fonte: os autores.

4.1.2 Procedimento B

- Separar 6 tubos de ensaio semelhantes e numerá-los de 1 a 6.
 - Preparar 100 mL de uma solução de sulfato de alumínio $0,10 \text{ mol L}^{-1}$ que será considerada a solução A.
 - Em um balão volumétrico de 100 mL, colocar 30,0 mL da solução A e completar com água até a marca de 100 mL. Essa será a solução B.
 - Em outro balão volumétrico de 100 mL, colocar 10,0 mL da solução A e completar com água até a marca de 100 mL. Essa será a solução C.
 - Em outro balão volumétrico de 100 mL, colocar 2,0 mL da solução A e completar até a marca de 100 mL com água. Essa será a solução D - do ponto de vista da Química Analítica, o erro na preparação da solução D seria menor se esta fosse preparada a partir da solução B.
 - Colocar 10 gotas da solução A no tubo de ensaio 1, 10 gotas da solução B no tubo de ensaio 2, 10 gotas da solução C no tubo de ensaio 3, 10 gotas da solução D no tubo de ensaio 4.
 - Colocar 2,0 mL de uma solução tampão ($0,1 \text{ mol L}^{-1}$) de ácido acético em cada tubo. Como o indicador presente nas rosas também é sensível à mudança de pH, o uso da solução tampão impede a mudança de pH da solução, conseqüentemente, qualquer alteração na coloração da solução estará relacionada à concentração de alumínio.
 - Colocar 20 gotas - a depender da concentração de extrato de rosas pode ser necessário alterar a quantidade de gotas, neste caso é preciso alterar em todas as etapas em que este é utilizado - do extrato de rosas nos tubos de ensaio. Obs.: o extrato de rosas foi realizado a partir de 8,0 g de pétalas de rosas vermelhas maceradas em 150 mL de etanol e posteriormente filtrada separando as pétalas do líquido.
 - No tubo de ensaio 5 adicionar 2,0 mL de solução tampão e 20 gotas do extrato de rosas (este tubo é conhecido como controle, isto é, a coloração observada neste tubo de ensaio é a cor de referência para a ausência de alumínio).
- Ao final do procedimento experimental, assim como se fez anteriormente, recomenda-se responder em pequenos grupos às questões do Quadro 3 e em seguida discutir as respostas dos grupos com toda a turma.

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">- Por que as soluções ficam azuis?- Quais as concentrações do íon Al(III) nos padrões? |
|---|

Quadro 3 – Questões para discussão

Fonte: os autores.

4.1.3 Procedimento C

- Passar uma amostra da solução C por um filtro (Figura 1) em que se mostra a utilização da turfa. A turfa utilizada foi de uma amostra comercial, que foi moída,

lavada com solução de HCl 0,1 mol L⁻¹ depois com uma solução de EDTA 0,1 mol L⁻¹ e, finalmente, com água destilada. A depender da origem da turfa pode ser necessário outro tratamento. Existem diferentes classificações de turfas. As turfeiras são de origem fóssil e de natureza organo-mineral, cuja gênese é a decomposição de restos de vegetais.

- Transferir uma alíquota de 10 gotas do filtrado para o tubo de ensaio 6.
- Ao tubo de ensaio 6, adicionar 2,0 mL da solução tampão.
- Adicionar ao tubo de ensaio 6, 20 gotas do extrato de rosas.

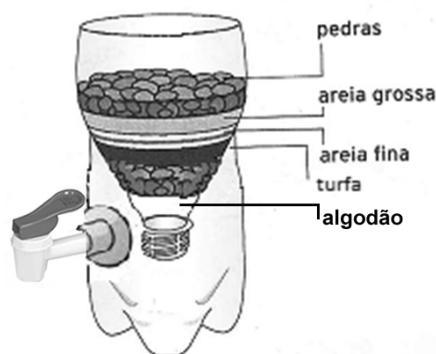


Figura 1 – Representação do filtro com a camada de turfa

Fonte: os autores.

Da mesma forma que ocorreu após a realização dos procedimentos anteriores, responder as questões do Quadro 4.

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">– Existe alumínio nas soluções de saída do filtro com turfa? Por quê?– Posso beber água com Al(III)? Justifique sua resposta. |
|--|

Quadro 4 – Questões para estudo

Fonte: os autores.

5 | COMENTÁRIOS QUE O PROFESSOR PODE CONSIDERAR

Um dos aspectos que o professor pode considerar na discussão com os estudantes é o fato de o sulfato de alumínio ser um coagulante com custo relativamente baixo e com uma produção elevada, o que colabora sobremaneira para dificultar a sua substituição por outros coagulantes, como os biodegradáveis que se apresentam como uma alternativa.

Outro aspecto que pode ser discutido e considerado diz respeito ao fato de não se estar obrigatoriamente sugerindo que as estações de tratamento de água devam incluir na etapa de filtração a turfa, como maneira de diminuir a concentração de alumínio na água tratada. É reconhecida a complexidade presente na relação entre escala laboratorial e escala industrial. Além disso, aqui se apresenta um experimento didático e não científico. Por outro lado, a atividade experimental aqui sugerida pode ser

um modo de fomentar o debate sobre uma importante questão científica e tecnológica com implicações sociais, que permite discutir variadas questões, a exemplo daquela presente no Quadro 5.

As influências da dimensão econômica também podem ser inseridas na discussão com os estudantes, para além do exposto sobre o custo do sulfato de alumínio. Sabe-se que há uma associação entre tratamento e distribuição de água e consumo de energia – o que tem impacto financeiro e ambiental considerável.

Um exemplo recente de que as questões de ordem financeira têm uma influência sobre as decisões relativas ao tratamento de água é o que ficou conhecido como “Caso *Flint*”. *Flint* é uma cidade que fica no estado de Michigan nos Estados Unidos onde os problemas vinculados à água consumida pelos moradores desta cidade iniciaram em 2014, em virtude da decisão de desligar o abastecimento da cidade do sistema hídrico de *Detroit* (a capital de Michigan), com a finalidade de economizar recursos financeiros. Como consequência a cidade passou a ser abastecida com água proveniente do rio *Flint* até a conclusão das obras de um novo reservatório que abasteceria a cidade. No entanto, a água do rio *Flint* era inadequada para tal processo. Uma das consequências foi a corrosão dos canos de abastecimento da cidade, que por serem antigos são feitos de chumbo, com a conseqüente liberação de chumbo na água. Os efeitos logo percebidos pela população foram longamente ignorados pelas autoridades locais, de modo a prolongar os problemas muito tardiamente enfrentados.

Outro aspecto que pode ser discutido é que os limites da concentração de alumínio na água não são definidos com base em possíveis riscos do metal à saúde humana e de outros animais, mas, de acordo com Prado (2010), em propriedades organolépticas da água (sabor, odor e cor).

Do ponto de vista científico pode ser incluída ainda a discussão acerca da diferença que pode haver entre água mineral e água potável que, em geral, é aquela decorrente do processo de tratamento em estações.

- Se você fosse consultado a tomar decisões em relação aos problemas expostos nos textos “Évora e alumínio têm um passado com 17 anos” e “Água de Florianópolis tem níveis de alumínio acima do recomendado pelo Ministério da Saúde” quais seriam seus posicionamentos?

Quadro 5- Questões de estudo

Fonte: os autores.

6 | SUGESTÕES DE LEITURA

Adsorção de zinco e cádmio em colunas de turfa (PETRONI; PIRES; MUNITA, 2000).

As Águas do Planeta Terra (GRASSI, 2001).

Química Verde no tratamento de águas: uso de coagulante derivado de tanino de *Acacia mearnsii*

(MANGRICH et al., 2014).

7 | AGRADECIMENTOS

Agradecemos o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento do projeto 479277-2013-3 do qual o trabalho aqui apresentado é constituinte.

REFERÊNCIAS

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização Científico-Tecnológica para quê? **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 2, p. 17-29, 2001.

CASTILLO, M. J. B. Una cuestión sociocientífica motivante para trabajar pensamiento crítico. **Zona Próxima**, n. 2, p. 144-157, 2010.

CHOWDHURY, M. A. Incorporating a Soap Industry Case Study To Motivate and Engage Students in the Chemistry of Daily Life. **Journal of Chemical Education**, v. 90, n. 1, p. 866-872, 2013.

COSTA, D. A.; RIBEIRO, M. G. T. O.; MACHADO, A. A. S. O. Uma análise SWOT do contexto CTSS das atividades laboratoriais do ensino secundário. **Boletim da Sociedade Portuguesa de Química**, n. 124, p. 65-74, 2012.

DAGNINO, R. **Neutralidade da Ciência e determinismo tecnológico**: um debate sobre a tecnociência. Campinas: Ed. da UNICAMP, 2008.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências**: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2002.

EILKS, I. Teaching biodiesel: a sociocritical and problem oriented approach to chemistry teaching and students' first views on it. **Chemistry Education: Research and Practice**, v. 3, n. 1, p. 77-85, 2002.

FREITAS, M. B; BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 17, n. 3, p. 651-660, 2001.

GALIETA-NASCIMENTO, T.; VON LINSINGEN. Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de ciências. **Convergência**, v. 13, n. 42, p. 95-116, 2006.

GONÇALVES, F. P. **A problematização das atividades experimentais no desenvolvimento profissional e na docência dos formadores de professores de química**. 2009. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.

GRASSI, M. T. As Águas do Planeta Terra. **Química Nova na Escola**, n. 1 (Cadernos Temáticos), p. 31-40, 2001.

HIDALGO, B. P. El ambiente como laboratorio. Una propuesta de estrategia didáctica desarrolladora. **Hologramática**, Ano VI, n. 10, v. 4, p. 117-130, 2009.

HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 3, p. 299 -313. 1994.

- HOFSTEIN, A.; MAMLOK-NAAMAN, R. The laboratory in science education: the state of the art. **Chemistry Education: Research and Practice**, v. 8, n. 2, p. 105-107, 2007.
- MACHADO, V.; PINHEIRO, N. A. Investigando a metodologia dos problemas geradores de discussão: aplicações na disciplina de Física no Ensino de Engenharia. **Ciência & Educação**, v. 16, n. 3, p. 525-542, 2010.
- MANGRICH, A. S.; DOUMER, M. E.; MALLMANN, A. S.; WOLF, C. R. Química Verde no tratamento de águas: uso de coagulante derivado de tanino de *Acacia mearnsii*. **Revista Virtual de Química**, v. 6, n. 1, p. 2-15, 2014.
- MARQUES, C. A.; GONÇALVES, F. P.; YUNES, S. F.; MACHADO, A. A. S. Sustentabilidade ambiental: um estudo com pesquisadores químicos no Brasil. **Química Nova**, v. 36, n. 6, p. 914-920, 2013.
- MONTAGUT BOSQUE, P.; NIETO CALLEJA, E.; NAVARRO LEÓN, F.; GONZÁLEZ MURADÁS, R.; CARRILLO CHÁVEZ, M.; SANSÓN ORTEGA, C. Enseñanza experimental en el bachillerato en el contexto de la Química Verde. **Educación Química**, v. 14, n. 3, p. 142-147, 2003.
- MUNDIM, J. V.; SANTOS, W. L. P. Ensino de ciências no ensino fundamental por meio de temas sociocientíficos: análise de uma prática pedagógica com vista à superação do ensino disciplinar. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 4, p. 787-802, 2012.
- NASCIMENTO, D. A.; BRANCO, N. B. C; GONÇALVES, F. P. Tratamento de água com coagulante biodegradável: uma proposta de atividade experimental. **Química Nova na Escola**, v. 38, n. 4, p. 375-382, 2016.
- PETRONI, S. L. G.; PIRES, M. A. F., MUNITA, C. S. Adsorção de zinco e cádmio em colunas de turfa. **Química Nova**, v. 23, n. 4, p. 477-481, 2000.
- PAIXÃO, F. Mezclas en la vida cotidiana. Una propuesta de enseñanza basada en una orientación ciencia, tecnología y sociedad y en la resolución de situaciones problemáticas. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 1, n. 3, p. 205-212, 2004.
- PAIXÃO, M. F. PEREIRA, M. M.; CACHAPUZ, A. F. Bridging the Gap: From Traditional Silk Dyeing Chemistry o a Secondary-School Chemistry Project. **Journal of Chemical Education**, v. 83, n. 10, p. 1546-1549, 2006.
- PEDRETTI, E.; NAZIR, J. Currents in STSE Education: Mapping a Complex Field, 40 Years On. **Science Education**, v. 95, n. 4, p. 601- 626, 2011.
- POZO, J. I. Aprendizagem de conteúdos e desenvolvimento de capacidades no ensino médio. In: COLL, C. et al. **Psicologia da aprendizagem no ensino médio**. Porto Alegre: Artmed, 2003. p. 43-66.
- PRADO, E. L. **Água destinada ao consumo humano: riscos para a saúde humana resultantes da exposição a alumínio** - Nota técnica. 2010. Disponível em: <https://www.google.pt/?gws_kkkPANA+RESLTANTES+DA+EXPOSI%C3%87%C3%83O+A+ALUM%C3%8DNIO>
- PSILLOS, D.; NIEDDERER, H. (Org.). **Teaching and Learning in the Science Laboratory**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002.
- RIBEIRO, S. S. **Articulações entre literatura e experimentação no ensino de ciências**. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

SANTOS, S. E. El botiquín de casa: una forma de aprender química **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 1, n. 3, p. 224-232, 2004.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 133-162, 2000.

SCHALLIES, M.; EYSEL, C. Learning beyond school: establishing a laboratory for sustainable education. **Chemistry Education: Research and Practice**, v. 5, n. 2, p. 111-126, 2004.

SOUZA, F. L.; MARTINS, P. Ciência e Tecnologia na escola: desenvolvendo cidadania por meio do projeto “Biógás – energia renovável para o futuro”. **Química Nova na Escola**, v. 33, n. 1, p. 19-24, 2011.

TAPIA, A. Motivação e aprendizagem no ensino médio. In: COLL, C et al. **Psicologia da aprendizagem no ensino médio**. Trad. Cristina M. Oliveira. Porto Alegre: Artmed, 2003. p. 103-139.

TOQUETTO, A.; GONCALVES, F. P. O tema “tratamento de água” em livros didáticos de química: uma análise à luz de uma abordagem CTS. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, 17, 2014, Ouro Preto/MG. **Anais eletrônicos ...** Ouro Preto: UFOP, 2014.

VIANNA, J. F.; PIRES, D. X.; VIANA, L. H. Processo químico industrial de extração de óleo vegetal: um experimento de Química Geral. **Química Nova**, v. 22, n. 5, p. 765-768, 1999.

WELLINGTON, J. (Org.). **Practical Work in school science: which way now?** London: Routledge, 1998.

ZANDONAI, D. P.; SAQUETO, K. C.; ABREU, S. C. S. R.; LOPES, A. P.; ZUIN, V. G. Química Verde e Formação de Profissionais do Campo da Química: Relato de uma Experiência Didática para Além do Laboratório de Ensino. **Revista Virtual de Química**, v. 6, n. 1, p. 73-84, 2014.

ATIVIDADES EXPERIMENTAIS EM CIÊNCIAS DA NATUREZA COM A PARTICIPAÇÃO DE CEGOS E VIDENTES EM PEQUENOS GRUPOS

Beatriz Biagini

Universidade Federal de Santa Catarina,
Programa de Pós-Graduação em Educação
Científica e Tecnológica, Santa Catarina.

Fábio Peres Gonçalves

Universidade Federal de Santa Catarina,
Departamento de Química
Florianópolis, Santa Catarina.

RESUMO: O crescente número de estudantes cegos nas escolas regulares sugere desafios aos processos de ensino e aprendizagem de ciências da natureza. Exemplo destes desafios está associado ao planejamento e desenvolvimento de atividades experimentais em contexto com estudantes cegos e videntes. Nesse sentido, apresenta-se uma proposta de atividade experimental realizada com uma turma do terceiro ano do ensino fundamental na qual havia um estudante cego. A proposta está fundamentada em discussões presentes na literatura sobre atividades experimentais, multissensorialidade e trabalhos em pequenos grupos e que são apresentadas previamente no artigo. Uma análise a respeito da proposta é igualmente exposta.

PALAVRAS-CHAVE: experimentação, cegos e videntes, ensino de ciências da natureza.

ABSTRACT: The growing number of blind students in regular schools poses challenges to the educational processes of the natural

sciences. An example of these challenges is associated with the planning and development of experimental activities in context with blind and sighted students. In this sense, a proposal of experimental activity is presented with a group of third year elementary students in which there was a blind student. The proposal is based on discussions in the literature regarding experimental activities, multi-sensoriality and small group work, which are presented previously in the article. An analysis of the proposal is also set out.

KEYWORDS: experimentation, blind and seers, teaching of the natural sciences.

1 | INTRODUÇÃO

Uma variedade de expectativas e ansiedades pode envolver a docência em coletivos feitos de cegos e videntes. Sentimentos que não surpreendem ao tratar-se de algo que até recentemente era pouco comum na maioria das instituições de ensino brasileiras. A participação de cegos em turmas regulares tem sido intensificada a partir da década de 1990 com as políticas para a educação especial, que passaram a garantir o direito à matrícula e permanência de sujeitos com diferenciações classificadas como deficiências na rede regular

de ensino (MELLETTI; BUENO, 2011).

É uma conquista para sujeitos que quando participavam de práticas educativas o faziam predominantemente em instituições de educação especial ou em classes especiais dentro de escolas regulares. As novidades enriquecem o ambiente escolar com novas possibilidades para o desenvolvimento humano, novos modos de sentir e participar do mundo. E aquilo que é novo também encerra desafios. É preciso construir formas de ensinar e aprender em coletivos caracterizados pela diversidade.

Nossa preocupação não se limita à participação dos cegos: está no ensino e aprendizagem de cegos e videntes em interação. Em um contexto no qual a visão é uma forma privilegiada de sentir o mundo é necessário movimentar-se no sentido de superar a dependência única desse sentido. Isso representa uma demanda para docentes e discentes.

Uma das ansiedades vivenciadas por professores é a de que seria preciso elaborar atividades e materiais diferenciados para o cego em relação aos usados pelo restante da turma. Carências relacionadas à formação docente, tempo e recursos materiais para lecionar essas “duas aulas” são limites frequentemente assinalados por professores (CAMARGO, 2008). Entendemos que há problemas nessa forma de compreender as necessidades educativas dos cegos. Ao diferenciar em demasia a docência a cegos e a videntes criam-se ambientes de segregação. O desafio para o que se chama de “inclusão” está em criar práticas educativas em que todos, cegos e videntes, possam interagir e construir conhecimento coletivamente. Isso implica que as intervenções docentes busquem superar a dependência quase exclusiva do sentido da visão para a participação em processos educativos e na promoção de atividades que favoreçam a interação, o diálogo e a cooperação em sala de aula.

A centralidade da visão é considerada um dos principais obstáculos vivenciados por cegos nos processos de ensino e aprendizagem de ciências (SOLER, 1999). Está presente em materiais didáticos com grande quantidade de imagens, nas atividades experimentais em que predominam as observações visuais e também nas formas de comunicação que recorrem a referenciais visuais — por exemplo, quando nos referimos a um objeto que temos em mãos através da expressão “isso aqui” somente alguém que está visualizando esse objeto pode compreender a que nos referimos.

Além de determinantes para a não participação dos sujeitos cegos nas aulas, essas questões são problemáticas para os videntes, pois limitam as suas possibilidades de interação com os fenômenos em estudo. Os sentidos do tato, paladar, olfato e audição poderiam proporcionar grande variedade de informações observacionais (SOLER, 1999).

A centralidade da visão também é problemática por limitar as possibilidades de interação dos videntes com os cegos. Na comunicação entre videntes os sinais visuais, como expressão facial e postura corporal, são de grande importância. Através deles um interlocutor tem indicativos de que o outro está compreendendo, aprovando ou interessado no que se diz. Isso pode estar relacionado à criação de barreiras sociais.

É o que indica uma variedade de pesquisas que identificam carência de habilidades sociais em cegos — o que resulta em uma tendência desses sujeitos ao isolamento (ESCRIBANO; ALONSO, 2005; MAIA; DEL PRETTE; FREITAS, 2008).

As habilidades sociais não são inatas. Seu aprendizado e desenvolvimento se dão a partir das interações sociais experimentadas pelo indivíduo desde o nascimento — é como dizer que interagir é imperativo para se aprender a interagir. Ou seja, não podemos dizer que determinados sujeitos possuem uma “tendência natural” ao isolamento. Isso pode se dar como resultado de seu histórico de socialização. No caso dos cegos, relaciona-se à importância dos sinais visuais nas interações entre videntes, limitando desde a tenra infância — no caso da cegueira congênita — as interações entre os bebês cegos e seus pais (ESCRIBANO; ALONSO, 2005). Desse modo, além da já citada necessidade de materiais didáticos e atividades que possibilitem observações a partir dos múltiplos canais sensoriais disponíveis, é preciso considerar formas de favorecer as interações em sala de aula. Daí a nossa preocupação com o trabalho em pequenos grupos.

As atividades experimentais podem ser um espaço para a aprendizagem de conhecimentos atitudinais e procedimentais relacionados ao trabalho em grupo, desde que sejam tomados como objeto de ensino. Mais adiante, trataremos considerações sobre como trabalhar em pequenos grupos em sala de aula.

Em relação aos conhecimentos conceituais das ciências da natureza, a experimentação pode trazer contribuições para o processo de ensino e aprendizagem, proporcionando interlocuções empíricas com os objetos de estudo. No entanto, não é suficiente observar fenômenos para construir conhecimentos sobre eles e o trabalho do professor não se limita em garantir que as observações possam ser feitas tanto por videntes quanto por cegos.

Muitas vezes a confiabilidade dos conhecimentos científicos é associada ao fato de serem “comprovados” de forma objetiva por meio de experimentos. No entanto, existe uma indissociável relação entre observação e teoria. Sobre a influência da teoria nas observações, é possível dizer que: “ela as guia, dá-lhes forma, atribui significado aos enunciados relatando observações, e a afirmação filosófica genérica que dá conta dessa situação é que a observação é “carregada de teoria” (FRENCH, 2009, p.74). Os conhecimentos produzidos em outros contextos, como na escola, também resultam de um processo que vai além da observação e os conhecimentos iniciais que os estudantes possuem sobre os fenômenos em estudo, ainda que não se constituam em teorias, condicionam o modo como observam os resultados experimentais.

Reconhecer a não neutralidade das observações e o fato de que não representam um caminho direto para a construção de conhecimentos implica no questionamento sobre como organizar esse “caminho” para favorecer a aprendizagem discente. A literatura que discute atividades experimentais nos traz contribuições. Localizamos na ampla literatura envolvendo o tema aspectos considerados relevantes à experimentação para construir uma proposta de encaminhamento metodológico para

atividades experimentais em turmas das quais participam cegos e videntes. Também recorreremos a discussões relacionadas ao trabalho em pequenos grupos e ao ensino de ciências para cegos. Neste texto, apresentaremos uma síntese das contribuições que encontramos na literatura; a proposta de experimentação que elaboramos; três atividades experimentais; e uma análise sobre o desenvolvimento dessas atividades em sala de aula, com uma turma do terceiro ano do ensino fundamental.

2 | ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Na vasta literatura acerca de atividades experimentais encontramos grande variedade de propostas metodológicas, cada qual pautada por um referencial teórico particular. Não é um território de consensos sobre como seria a melhor maneira de se trabalhar, mas podemos localizar aspectos convergentes em parte significativa dessa literatura. Destacamos características consideradas relevantes: a apreensão e o questionamento dos conhecimentos iniciais dos estudantes, a compreensão de que todo conhecimento origina-se de questões, a preocupação com problemas ambientais e sociais relacionadas aos assuntos estudados, a aprendizagem de atitudes e a dimensão social da construção de conhecimentos.

Ao iniciar o estudo formal de determinado assunto, os estudantes geralmente já possuem conhecimentos sobre ele. Qualquer observação realizada nas atividades experimentais é interpretada a partir de tais conhecimentos. No entanto, é ainda comum a compreensão de experimentos como promotores incondicionais da aprendizagem, na qual está implícita a ideia de que existe um caminho direto entre a observação e a construção de conhecimentos (NEVES, 2012).

Como já afirmamos, não existe observação neutra, ela é mediada pelas teorias que o observador possui. Essa é uma das razões que justificam a preocupação com os conhecimentos iniciais dos discentes. Eles subsidiam ao professor a compreensão sobre o modo como os estudantes estão observando, aquilo que mais chama a sua atenção e também as eventuais dificuldades que podem apresentar em observar determinados aspectos dos fenômenos. Por exemplo, em uma breve caminhada em uma reserva ecológica na região costeira do Brasil um ornitólogo especializado na avifauna do bioma Mata Atlântica é capaz de identificar uma variedade de espécies de aves apenas pelos sons que produzem. Um leigo habitante de uma zona urbana, ao caminhar pelo mesmo trajeto, perceberá não mais que uma massa sonora indiferenciada. O ornitólogo se apropriou de amplo referencial teórico e empírico que o permite perceber coisas muito diferentes do que aquelas que o leigo percebe.

A atenção aos conhecimentos iniciais também é importante para provocar o desejo de aprender. Ao questioná-los, podemos provocar a inquietação pelo novo conhecimento favorecendo ao estudante o reconhecimento da possibilidade de saber mais. Significa não ignorar que o aluno é um sujeito que constrói conhecimentos nos

diferentes contextos em que frequenta e entender que aquilo que é abordado na escola poderá fazer com que o aluno saiba mais, que se aproprie de novos conhecimentos que o auxiliarão a ampliar as suas possibilidades de interpretação da realidade.

Para favorecer a explicitação dos conhecimentos iniciais dos estudantes, as atividades experimentais podem ser iniciadas com questões relacionadas aos assuntos em estudo. As perguntas têm duas justificativas fundamentais. Primeiro, porque favorecem ao professor a apreensão do conhecimento discente. Depois, porque “todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico” (BACHELARD, 1996, p.18). As perguntas feitas pelo professor no início da atividade não têm necessariamente o potencial de originar novos conhecimentos. Mas a discussão das afirmações feitas pelos estudantes a partir dessas perguntas pode provocar o reconhecimento de limites em seus conhecimentos iniciais e da possibilidade de conhecer mais sobre um determinado assunto.

Existem várias formas de se trabalhar com questões em sala de aula, bem como variadas compreensões sobre a natureza de uma questão capaz de provocar a busca pelo conhecimento. Há autores que exploram problemas do contexto social do qual participam os estudantes, como, por exemplo, Freire (2009) em seu trabalho com Temas Geradores. Há também aqueles que partem de problemas mais diretamente relacionados com os fenômenos em estudo, como em experimentos investigativos em que se propõem pequenos desafios experimentais para os estudantes resolverem (CARVALHO, 2013). Outras propostas de ensino por investigação, como a de Gil-Pérez e Valdés (1996), incluem a discussão das implicações sociais e ambientais dos conhecimentos em estudo.

De todo modo, há uma tendência na literatura em defender a organização das atividades experimentais a partir de problemas ou desafios, superando os objetivos tradicionais dos experimentos, geralmente associados à “comprovação” de teorias.

O currículo explorado através dessas atividades pode envolver conteúdos atitudinais, procedimentais e conceituais. Entre nossas preocupações está o ensino e aprendizagem de conhecimentos relacionados ao trabalho em pequenos grupos, como a cooperação, o respeito mútuo e a tomada de decisões a partir do diálogo. São conhecimentos necessários para que as atividades sejam assumidas em grupo, com equilíbrio na participação de todos os membros. Mas também dizem respeito à dimensão social da construção de conhecimentos.

Ao assumir tarefas em grupo, os estudantes evidenciam conhecimentos que são contrastados com os de seus pares. A exposição, reflexão e revisão de ideias, favorecidas pelo trabalho em grupo, contribuem para a construção e validação de argumentos (BIZZO, 2007).

A comunicação da análise dos resultados experimentais entre os diferentes grupos de uma turma é mais uma oportunidade para a validação dos conhecimentos em construção. Ao socializar os resultados de seu trabalho ao restante da turma e ao professor, os membros de um grupo submetem suas conclusões à crítica. As

divergências em relação às conclusões dos outros grupos podem ser debatidas. Nesse momento, as intervenções do professor podem dar-se no sentido de favorecer o debate, o reconhecimento das inconsistências e o cotejamento com os conhecimentos cientificamente reconhecidos.

Embora se argumente em favor da cooperação nas atividades experimentais, do debate de ideias e da comunicação, pouca atenção tem sido dada ao fato de que não basta pedir que os alunos trabalhem em grupo para que efetivamente cooperem, dialoguem, reconsiderem suas ideias. É um tipo de trabalho que precisa ser aprendido e o professor pode fazer intervenções nesse sentido. Entendemos que as atividades experimentais podem ser um espaço favorecedor de tal aprendizagem.

Também precisamos considerar a dimensão estética das atividades experimentais, não só porque essas atividades envolvem frequentemente efeitos visuais atraentes – o que dificulta a participação dos cegos. Mas porque o belo e o surpreendente que podem envolver os resultados experimentais, embora atraiam a atenção de parte dos estudantes, frequentemente resultam em um obstáculo ao ensino e aprendizagem em ciências.

Bachelard (1996) discorre sobre a primeira observação dos fenômenos em condições experimentais – muitas vezes espantosos, desafiando as previsões do observador e causando-lhe encantamento. Diante dessas situações o sujeito tenderia a centrar-se na admiração e a elaborar respostas rápidas baseadas na experiência sensorial, sem submetê-las à crítica. O pensamento científico, embora se valha de informações empíricas, exige questionamento constante daquilo que parece evidente. As observações tornam-se obstáculos nas aulas de ciências quando os estudantes centram a atenção apenas em sua dimensão concreta. Assim, o interesse está na admiração da beleza e surpresa dos resultados experimentais, não na busca por conhecimentos que auxiliem a melhor compreender o que é observado.

Os experimentos esteticamente atraentes não são necessariamente um problema, desde que dediquemos atenção aos perigos que às vezes encerram. Precisamos provocar os estudantes a refletir sobre os resultados, a contrastá-los com as previsões realizadas no início da atividade, a buscar interpretações para o que causou surpresas. A proposição de problemas para os alunos solucionarem pode contribuir se forem desafiadores – a apresentação de perguntas não garante que sejam assumidas sempre como desafios intelectuais. Se conseguirmos provocá-los a buscar conhecimento novo, poderão valer-se das informações experimentais para solucioná-los.

3 | MULTISSENSORIALIDADE

Ainda que não seja a única condição para a construção de conhecimentos, é fundamental que todos os estudantes consigam realizar a observação nas atividades

experimentais. Se as observações promovidas nessas atividades estiverem centradas em referenciais visuais a participação de cegos torna-se inviável. Isso é também um problema para os estudantes videntes, uma vez que restringe as possibilidades de interação com os fenômenos a um único sentido. Planejar experimentos que produzam resultados que possam ser observados através do tato, olfato, audição e paladar pode trazer contribuições a todos os estudantes e é fundamental à participação de cegos (SOLER, 1999).

Em algumas atividades basta provocar os estudantes a explorar o experimento através dos diferentes sentidos. A observação do processo de germinação de uma semente, por exemplo, pode ser observada através da visão, do tato e do olfato. O cego pode ainda contar com descrições feitas por seus colegas e pelo professor sobre o aspecto visual das sementes germinadas.

Em outros casos será preciso fazer adaptações nas atividades para torná-las multissensoriais. Quando o experimento envolver observações no microscópio, por exemplo, não será possível realizá-las através de outro sentido além da visão. Mas diversas atividades podem ser desenvolvidas para que o estudante cego tenha acesso ao conteúdo das observações feitas por seus colegas videntes e para que compreenda as peculiaridades das observações realizadas ao microscópio, instrumento de importância fundamental na biologia. É possível recorrer à audiodescrição e à criação de representações em relevo das observações realizadas pelos videntes no microscópio. Além disso, o microscópio pode ser tomado como objeto de estudo. A turma pode estudar sua estrutura e funcionamento – situação em que o cego pode recorrer a observações táteis, leituras, exposições do professor. Também pode ser explorada a noção de proporção, para que os alunos compreendam o significado das ampliações proporcionadas pelas lentes do microscópio através de objetos macroscópicos com diferentes dimensões. Com turmas dos anos finais do ensino fundamental é possível explorar questões de óptica para que se apropriem de conceitos relacionados ao funcionamento de uma lente.

A criatividade dos professores fará com que as possibilidades sejam imensas. No entanto, a multissensorialidade não representa uma garantia de participação. Consideremos o tato, importante no ensino de cegos. A observação tátil demanda ação do observador, que explora intencionalmente os objetos para deles obter informações (OCHAITA; ROSA, 1995). Essa atividade autogerida não é uma habilidade espontânea, pelo contrário, é resultado de aprendizagens (FRANÇA-FREITAS; GIL, 2012; OCHAITA; ROSA, 1995; SOLER, 1999).

É preciso aprender a tatear e conquistar habilidades perceptivas. O mesmo se pode dizer em relação aos outros sentidos. No caso dos videntes a visão é frequentemente um modo privilegiado de interação com o mundo e muitas vezes destinam pouca atenção aos cheiros, gostos, sons, texturas ou temperatura de um ambiente. Explorar a multissensorialidade pode contribuir para o desenvolvimento das habilidades perceptivas de todos os canais sensoriais (SOLER, 1999).

Nas aulas de ciências, as atividades experimentais podem ser um espaço favorecedor do desenvolvimento dessas habilidades. Nesse sentido, Soler (1999) indica, entre outros aspectos relevantes, a questão da estética sensorial. Em relação ao tato, há que se considerar que nem todas as texturas, formas e tamanhos proporcionam sensações agradáveis, sendo que essas devem ser privilegiadas em detrimento das negativas. Podem ser exemplos de sensações agradáveis aquelas provocadas pela pelúcia, por metal liso e pela liberdade de movimento. Pelo contrário, lixa, metal oxidado e opressão física podem resultar em sensações negativas. Outros aspectos relevantes a tal educação devem ser considerados avaliando a história e características individuais do estudante.

Quando consideramos a participação de cegos, a colaboração entre o professor da criança e um profissional da área de educação especial é muito importante. Esse profissional deve ter conhecimento sobre o processo de estimulação sensorial vivenciado e pode contribuir na promoção de experiências sensoriais que sejam convenientes ao estágio de desenvolvimento perceptivo em que se encontra.

Em síntese, a multissensorialidade pode trazer importantes contribuições a todos os estudantes. Porém, obter informações através dos vários canais sensoriais é habilidade a ser ensinada e aprendida. Algo semelhante será discutido em relação ao trabalho em pequenos grupos.

4 | OS PEQUENOS GRUPOS

Agrupar estudantes e atribuir-lhes uma tarefa comum não é o suficiente para que ela seja assumida de modo cooperativo. Também não favorecerá, necessariamente, as interações entre seus membros. Trabalhar em grupo demanda uma variedade de conhecimentos, que são, em parte, apresentados nesta síntese:

[...] a capacidade de chegar a acordos baseados em diálogo, de facilitar a comunicação, de favorecer as conveniências de todos, o que seguramente passa pela capacidade de incluir todos os integrantes, gratificá-los, fazer com que se sintam bem durante os processos de trabalho, ajudá-los adequadamente, etc. E, como já dissemos, também a capacidade de ser um membro ativo, de participar, de ser querido pelos colegas, de pedir ajuda quando necessário, etc. (BONALS, 2003, p. 13-14).

Dificuldades em relação aos conhecimentos mencionados contribuem para o desequilíbrio participativo entre os membros de um grupo, ou seja, que uns trabalhem mais que outros e que a tarefa não seja empreendida cooperativamente. Esse problema pode ser enfrentado se tomarmos o trabalho em grupo — e os conhecimentos a ele relacionados — como objeto de ensino e aprendizagem. Neste texto, apresentamos algumas contribuições de Bonals (2003) sobre como organizar o trabalho em pequenos grupos em atividades escolares. Para esse autor, é necessário ter em conta a constituição dos grupos, as tarefas, a dinâmica de trabalho e a avaliação.

Bonals (2003) recomenda que na constituição dos grupos se considere a quantidade de integrantes, o nível de heterogeneidade entre os membros e o tempo de permanência de um mesmo agrupamento. O número de integrantes deve facilitar que todos se posicionem e sejam ouvidos em um intervalo de tempo não muito grande. Outro aspecto valorizado é a heterogeneidade, uma vez que pode possibilitar a complementaridade de habilidades e conhecimentos conceituais. Também é preciso considerar a mobilidade dos membros, que podem manter-se em um mesmo grupo por uma ou por várias atividades. Concordamos quanto à pertinência de se trabalhar com grupos fixos por um período razoável, que pode ser de um bimestre letivo, tempo em que a relação entre os estudantes pode ser desenvolvida e aprimorada.

A tarefa atribuída ao grupo precisa ser propícia à cooperação, ou seja, tratar-se de algo que demanda a participação de todos os membros para que seja realizada com sucesso. Além disso, é importante que o próprio trabalho em grupo seja tomado como tarefa, que os estudantes compreendam que faz parte de seus objetivos o equilíbrio na participação de todos os membros. Isso pode ser tomado como objeto de avaliação no decorrer das atividades, através de intervenções docentes na dinâmica de trabalho do grupo. Por exemplo, os estudantes devem ser frequentemente questionados sobre o modo como estão trabalhando e quando indicarem a existência de conflitos o professor pode incentivá-los a apresentar possíveis soluções, conferindo-lhes o sentimento de responsabilidade no trabalho cooperativo. Outra possibilidade para facilitar as interações e equilíbrio participativo nos grupos é a atribuição de funções aos seus membros (BONALS, 2003; LOPES; SILVA, 2009; SILVA, 2008).

Os aspectos que discutimos neste item e nos anteriores inspiraram a construção de uma proposta metodológica para atividades experimentais, que apresentamos a seguir. Trata-se de uma forma de trabalhar com experimentos em grupos compostos por cegos e videntes, a partir da qual almejamos contribuir para o ensino e aprendizagem de conhecimentos de ciências da natureza e do trabalho em pequenos grupos.

5 | UMA PROPOSTA DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL

Considerando as preocupações ressaltadas na introdução deste capítulo, aspectos ressaltados na literatura como relevantes à experimentação, a multissensorialidade e as contribuições de Bonals (2003) a respeito do trabalho em pequenos grupos, elaboramos uma proposta metodológica para atividades experimentais organizada em três momentos. Inicia-se uma atividade com questionamentos aos estudantes, buscando favorecer a explicitação dos conhecimentos que já possuem sobre o assunto em estudo. Em seguida, realizam-se os procedimentos experimentais, observações e análise dos resultados. Finalmente, as conclusões elaboradas pelos pequenos grupos são socializadas e discutidas com toda a turma.

Em todas as atividades o estudante cego precisa ter acesso a recursos que favoreçam a sua participação, tais como: máquina Perkins, transcrições em braile das atividades e roteiros, computador, ilustrações em relevo. O professor, que conhece as particularidades e demandas de seu aluno cego, pode selecionar quais os recursos mais adequados.

Em relação à organização dos grupos, são compostos por quatro estudantes e cada membro recebe uma atribuição, como segue:

- leitor: lê os materiais escritos em voz alta para os colegas do pequeno grupo;
- escriba: faz os registros;
- comunicador: é o porta-voz do grupo nos momentos de socialização;
- coordenador: organiza o trabalho no grupo, de modo que todos participem das atividades propostas, e orienta os demais colegas na manipulação dos materiais na atividade experimental.

Ainda sobre o trabalho em grupo, em diferentes momentos das atividades o professor pode solicitar que questões sejam discutidas e respondidas coletivamente. Nesses casos, para evitar confusões entre os estudantes, é importante explicar que a resposta coletiva não precisa expressar um consenso e que as eventuais discordâncias não significam um problema. Deve ser uma síntese das ideias do grupo e expor os eventuais desacordos nas conclusões em relação aos questionamentos apresentados, sem anular posicionamentos pessoais quando houver dificuldades no estabelecimento de consensos. No momento em que as respostas forem apresentadas ao grande grupo o professor pode trabalhar com as discordâncias e auxiliar os estudantes a reconhecerem as respostas mais apropriadas, promovendo o debate entre as explicações dos estudantes e as explicações sistematizadas.

A etapa inicial da atividade experimental tem como objetivo favorecer a explicitação dos conhecimentos iniciais dos estudantes e o reconhecimento de seus limites, bem como a possibilidade de conhecer mais sobre o assunto em estudo. Apresentamos uma questão relacionada a esse assunto para que os alunos respondam individualmente em um primeiro momento. Em seguida propomos que discutam as respostas individuais com seus colegas de grupo e elaborem uma resposta coletiva, que represente uma síntese das ideias de todos os membros. Optamos por solicitar que primeiro respondam as questões individualmente para favorecer que todos os estudantes explicitem suas ideias, o que nem sempre acontece quando a tarefa é atribuída ao grupo. Feito isso, o professor pode discutir as conclusões no grande grupo, fazer novas perguntas provocando-os a justificar suas respostas e também apresentar novas situações aos discentes, as quais os conhecimentos explicitados nessas respostas sejam insuficientes para explicar.

A segunda etapa é a parte procedimental da atividade, quando é realizado o experimento, observações e análise dos resultados. Aqui são obtidas informações que podem favorecer a reflexão e evolução dos conhecimentos iniciais, permitindo ampliar as compreensões discentes sobre os assuntos em estudo. É importante

que sejam explorados diferentes canais sensoriais para o enriquecimento das interações de todos os estudantes com os experimentos. Além de positiva ao coletivo, a multissensorialidade é fundamental à participação do cego.

A etapa final consiste na comunicação dos resultados de cada pequeno grupo ao restante da turma. É o momento de contrastar as conclusões obtidas, de questioná-las, sinalizar suas limitações quando for necessário e assim organizar os conhecimentos elaborados no decorrer da atividade. Nesse momento é também conveniente que o professor sinalize a possibilidade de continuar o estudo sobre o tema em discussão.

Por fim, ressaltamos nosso entendimento de que essa proposta não é garantia incondicional da participação e da aprendizagem discente. Não é porque um leitor vidente consegue enxergar as palavras em um texto que ele lerá esse texto. Mas, com certeza, ele não o lerá se não puder enxergá-lo. Em parte, com nossa proposta buscamos tornar a participação possível através da multissensorialidade e de algumas estratégias para favorecer o trabalho em grupo.

A seguir apresentaremos três atividades experimentais organizadas de acordo com essa proposta metodológica. As atividades foram planejadas considerando alunos do terceiro ano do ensino fundamental, mas podem ser adaptadas de acordo com os objetivos do professor.

6 | EXPERIMENTO SOBRE A IMPORTÂNCIA DA IMPORTÂNCIA DA ÁGUA PARA VEGETAIS

6.1 Etapa 1

“A água é importante para os vegetais? Por quê?”. Essa é a questão proposta aos estudantes no início da atividade. Em um primeiro momento, deve ser respondida individualmente e depois debatida nos pequenos grupos – quando elaboram, por escrito, uma síntese das conclusões de seus membros. Em seguida, há a socialização das sínteses de cada grupo com o restante da turma e uma discussão mediada pelo professor, que, sempre que possível, sinaliza através de novas perguntas a possibilidade de ampliar os conhecimentos dos estudantes. Os registros elaborados nos pequenos grupos, que expressam os conhecimentos iniciais dos estudantes sobre o assunto, podem ser retomados na etapa final da atividade. É importante ter o cuidado de explicitar oralmente que esses registros estão sendo feitos, considerando a participação do estudante cego. Isso deve acontecer toda a vez que o professor pratica ações que só podem ser observadas visualmente, como nesse exemplo, em que faz registros na lousa.

6.2 Etapa 2

Esta etapa é constituída pelos procedimentos experimentais e análise dos

resultados. São dois os experimentos que propomos, sendo que cada grupo fica responsável pela realização de um deles. Desse modo, metade dos grupos realiza um experimento e a outra metade realiza o outro experimento. Os experimentos consistem na submissão de sementes de feijão e bulbo de cebola a ambientes com presença ou ausência de água. Os procedimentos experimentais são detalhados nos roteiros (Quadros 1 e 2) e são acompanhados de perguntas dirigidas aos estudantes.

Feita a montagem dos experimentos, é necessário mantê-los instalados em um local com disponibilidade de luz durante 7 dias. Após esse período é possível observar o desenvolvimento dos vegetais nas diferentes condições de umidade a que foram submetidos. Os estudantes devem ser incentivados a observar através da visão, do tato e também olfato. É importante que a liberdade de tocar e cheirar seja concedida a todos, não somente ao cego.

É provável que a maior parte das sementes alojadas em ambiente úmido germine. Em relação aos bulbos de cebola, espera-se que aqueles alojados em contato com a água desenvolvam raízes e, possivelmente, folhas. Semente e bulbos, mantidos em ambiente seco não devem sofrer alterações significativas. Diante desses resultados os estudantes podem ter as mais variadas reações dependendo das previsões que fizeram no início da atividade. Caberá ao professor, em suas interações com a turma, desafiá-los a arriscar interpretações, questioná-los sobre as causas de tais resultados e propor novas situações experimentais. Pode, por exemplo, questionar sobre o que aconteceria com os brotos de feijão se fossem mantidos sob as mesmas condições por mais algumas semanas. A partir disso, podem ser explorados os outros elementos essenciais à vida vegetal, tais como o solo e seus nutrientes e a luz solar. Feitas as observações, são apresentadas questões para resolução nos pequenos grupos, que têm por objetivo organizar as aprendizagens conquistadas com as atividades desenvolvidas e favorecer que os estudantes reconheçam evoluções em seus conhecimentos iniciais: 1. Aconteceu aquilo que vocês acreditavam que aconteceria com o experimento? 2. O que vocês aprenderam sobre a importância da água para os vegetais a partir do experimento que o seu grupo realizou? Nesse momento, é importante que se disponibilize aos estudantes os registros feitos na primeira etapa, em que foram expostas as suas previsões.

Na Figura 1 há uma representação em relevo da montagem do experimento da germinação do feijão. Usamos tinta colorida para indicar o contorno do copo, um chumaço de algodão e uma semente de feijão que indicam o que deve ser colocado dentro do copo – cada um desses elementos é sinalizado com legendas em braile, considerando um estudante que é alfabetizado em braile. Um esquema em relevo também poderia ser feito para o experimento com o bulbo de cebola. Materiais desse tipo podem ser elaborados pelo professor para favorecer a participação do estudante cego e são úteis para todo o grupo, favorecendo a execução dos procedimentos experimentais.

A seguir apresentamos o roteiro com os procedimentos experimentais e um

esquema em relevo da montagem do experimento da germinação do feijão.

Experimento 1: A importância da água para as sementes

Materiais: sementes de feijão, algodão, 8 copos numerados, água, seringa, elástico e pedaço de plástico.

Orientações:

- colocar um chumaço de algodão no fundo de cada copo;
- colocar uma semente de feijão dentro de cada copo, no meio do chumaço de algodão;
- nos copos de número par, adicionar 3,0 mL de água com a seringa;
- nos copos de número ímpar não colocar água;
- fechar todos os copos com papel filme e elástico.

ATENÇÃO! Cada estudante pode ficar responsável por dois procedimentos. Para isso, cada um deve ficar com um copo com número par e um copo com número ímpar e montar o experimento de acordo com as orientações.

Após a montagem do experimento, cada estudante deve responder as perguntas a seguir:

O que você acredita que acontecerá com as sementes dos potes que tem água? E com as sementes dos potes sem água?

Quadro 1 – Experimento com as sementes de feijão

Fonte: os autores.

Experimento 2: A importância da água para a cebola

Materiais: 4 copos plásticos numerados, água e 4 cebolas.

Orientações:

- preencher os copos de numeração par com água até a metade;
- manter os copos de numeração ímpar sem água;
- colocar uma cebola sobre cada copo.

ATENÇÃO! Cada estudante pode ficar responsável por um procedimento. Para isso, cada um deve ficar com um copo e montar o experimento de acordo com as orientações.

Após a montagem do experimento, cada estudante deve responder as perguntas a seguir:

O que você acredita que acontecerá com as cebolas dos potes com água? E com as cebolas dos potes sem água?

Quadro 2 – Experimento com a cebola

Fonte: os autores.

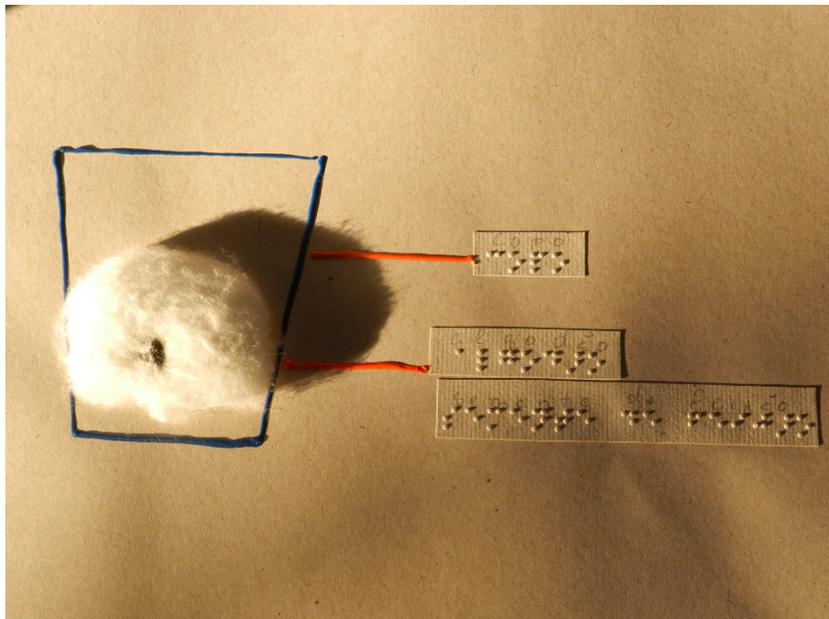


Figura 1- Representação do copo com algodão e feijão em relevo e braile para o grupo do aluno cego

Fonte: os autores

6.3 Etapa 3

O comunicador de cada grupo deve apresentar as respostas às questões apresentadas no final da segunda etapa para o restante da turma. Durante a comunicação o professor e os estudantes dos outros grupos podem manifestar-se para expressar possíveis discordâncias ou fazer questionamentos. As conclusões discutidas nesse momento também devem ser contrastadas com aquelas apresentadas na etapa inicial quando os estudantes foram questionados acerca da importância da água para os vegetais. A aula é concluída com a elaboração de um texto coletivo simples, com a orientação do professor da turma, em que sejam sintetizadas as conclusões elaboradas.

7 | EXPERIMENTO SOBRE POTABILIDADE DA ÁGUA

7.1 Etapa 1

A questão que dá início a esta atividade é a seguinte: “É possível saber se um líquido pode ser bebido sem saber seu nome?” Do mesmo modo que no primeiro experimento, essa questão é apresentada aos alunos antes que a turma seja organizada em grupos, para que a respondam individualmente. Quando os grupos já estiverem sido compostos, solicita-se que a mesma questão seja discutida entre os estudantes e que elaborem uma resposta que sintetize as conclusões do grupo. Em seguida, os estudantes socializam suas respostas com o restante da turma. O professor deve registrá-las na lousa. É importante ter o cuidado de explicitar oralmente que esses

registros estão sendo feitos, considerando a participação do estudante cego.

7.2 Etapa 2

Apresentar a cada pequeno grupo 4 garrafas plásticas, tampadas e preenchidas da seguinte maneira:

- Garrafa 1: água com vinagre de álcool
- Garrafa 2: infusão de capim cidreira
- Garrafa 3: água potável
- Garrafa 4: água com terra

Não é informado o conteúdo das garrafas. Pede-se aos estudantes que analisem o material e considerem a possibilidade de avaliar a sua potabilidade (Quadro 3).

Questão para discussão em grupo	
Em qual destas garrafinhas vocês diriam que há um líquido que pode ser bebido?	
Garrafa 1:	SIM___ NÃO___ Por quê?
Garrafa 2 :	SIM___ NÃO___ Por quê?
Garrafa 3 :	SIM___ NÃO___ Por quê?
Garrafa 4 :	SIM___ NÃO___ Por quê?

Quadro 3 – Questão para a explicitação dos conhecimentos discentes acerca da adequação das propriedades organolépticas para identificar os materiais

Fonte: os autores.

Para a análise é necessário conceder liberdade para que os alunos considerem quais os recursos que possuem para analisar o material. É possível que recorram a observações diretas por meio da visão e olfato, que devem ser permitidas e expressam seus conhecimentos iniciais.

7.3 Etapa 3

O comunicador de cada grupo lê suas respostas às questões anteriores ao restante da turma. O docente e os colegas dos outros grupos podem intervir quando não concordarem com algo ou para fazer questionamentos. Após as apresentações o professor deve informar o conteúdo de cada garrafa e discutir as limitações dos sentidos na decisão sobre o que pode ser consumido. Pode, por exemplo, argumentar que muitos materiais que não possuem cheiro podem ser altamente tóxicos ao ser humano. Com isso o professor chama a atenção para a necessidade de aprofundar os estudos sobre potabilidade da água.

A atividade é concluída com a elaboração de um pequeno texto em que seja apresentada uma síntese do que foi realizado e as conclusões elaboradas.

8 | EXPERIMENTO SOBRE TRATAMENTO DE ÁGUA - FILTRAÇÃO

8.1 Etapa 1

A atividade inicia-se com a questão: “É possível separar terra e pedaços de folhas da água? Como?”. Deve ser respondida individualmente antes que os grupos sejam compostos. Depois, nos pequenos grupos a questão é apresentada novamente e solicita-se que seja discutida entre os estudantes, para que em cada grupo seja elaborada uma resposta coletiva, que sintetize as conclusões individuais. Em seguida, há a comunicação das respostas dos grupos, pelos seus comunicadores, ao restante da turma. A etapa é concluída com a apresentação do material expresso na pergunta (água com folhas e barro) para que os alunos realizem a separação através de um filtro artesanal, em um processo análogo a uma das etapas do tratamento de água para consumo humano nas estações de tratamento de água.

8.2 Etapa 2

Os alunos constroem um filtro artesanal e filtram uma mistura de água, terra e folhas. Os procedimentos experimentais estão descritos no roteiro (Quadro 4) e no esquema em relevo (Figura 2). O esquema foi construído com tinta em relevo para representar o contorno da garrafa de plástico. Dentro desse contorno foram colados os materiais que deveriam ser usados no experimento, na seguinte ordem: chumaço de algodão, camada de areia fina, camada de areia grossa e camada de pedras pequenas. Ao lado da ilustração há legendas em braile e tinta indicando o que representa cada material.

Todos os estudantes podem trabalhar na montagem do filtro e na filtração. Para a observação da água filtrada o estudante cego pode recorrer ao tato (através do qual perceberá a ausência de folhas e de terra) e também à descrição do aspecto visual a partir das observações feitas por seus colegas.

Após a realização dos procedimentos podem ser encaminhadas novas questões para discussão no grupo, com o objetivo de favorecer a explicitação das interpretações discentes dos resultados e suas compreensões sobre a potabilidade da água que foi filtrada: 1. Por que a água ficou mais clara depois de passar pelo filtro? 2. Depois que passamos a água pelo filtro ela já está adequada para ser bebida por um ser humano? Por quê?

A segunda pergunta (sobre a possibilidade de beber a água filtrada no experimento) não precisa ser respondida apropriadamente através das atividades apresentadas aqui. O objetivo é conhecer as ideias dos estudantes e sinalizar para eles que há mais coisas a estudar sobre o assunto. Desdobramentos dessa atividade podem estar relacionados ao estudo dos microorganismos e de problemas à saúde que podem ser causados por alguns deles.

Roteiro experimental sobre filtração

Materiais: garrafa de refrigerante cortada na parte superior, chumaço de algodão, areia fina, areia grossa, pedras pequenas, água misturada com terra e pedacinhos de folhas.

Orientações:

Montar o filtro de acordo com a Figura 2 utilizando os materiais mencionados previamente. Depois que estiver pronto, colocar lentamente a mistura de água, terra e folhas no filtro.

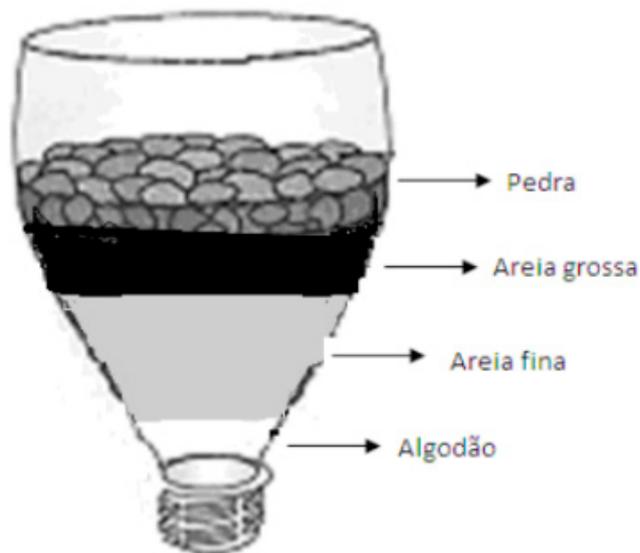


Figura 2 – Representação do filtro a ser construído
Fonte: Adaptado da Figura 1 do primeiro capítulo deste livro

Quadro 4 – Experimento de filtração

Fonte: os autores.

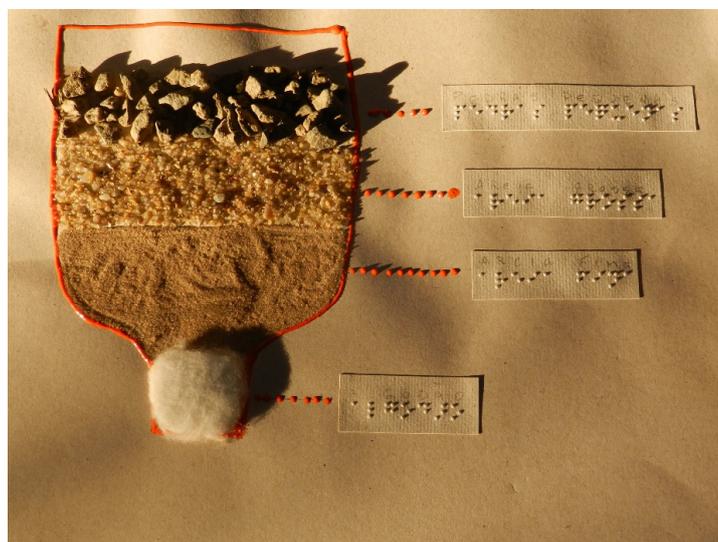


Figura 3 - Representação do filtro em relevo e braille

Fonte: os autores

8.3 Etapa 3

Da mesma maneira que nos experimentos anteriores, cada grupo apresenta para o restante da turma suas respostas às questões propostas, momento no qual o professor e os colegas dos outros grupos podem intervir quando não concordarem com algo ou para fazer questionamentos. A aula pode ser finalizada com a elaboração de um texto coletivo em que sejam sintetizadas as conclusões elaboradas.

9 | A PROPOSTA NA SALA DE AULA

Desenvolvemos as três atividades em uma turma do terceiro ano do ensino fundamental. Eram estudantes com idades entre 8 e 9 anos, com poucas experiências anteriores com trabalhos em grupo e com atividades experimentais. O tipo de material e procedimentos utilizados possibilitaram que fossem realizadas em sala de aula, sem o suporte de um laboratório de ciências. Vamos concentrar nossas reflexões em um dos pequenos grupos daquela turma, do qual participavam 2 meninas e 2 meninos: Joana, Maria, Tadeu e João. As atividades foram parte de uma pesquisa de mestrado desenvolvida pela primeira autora, sob orientação do segundo autor. A pesquisa foi aprovada pelo comitê de ética da Universidade Federal de Santa Catarina e os responsáveis pelos estudantes envolvidos consentiram suas participações mediante Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Joana, Maria, Tadeu e João são nomes fictícios que usamos para preservar a identidade dos participantes da pesquisa. As aulas foram lecionadas pela primeira autora e pela professora da turma. Os apontamentos que aqui tecemos baseiam-se em videografações que foram feitas durante as aulas e nos registros feitos pelos estudantes. Para conhecer o trabalho completo, consultar Biagini (2015).

Houve dificuldades e superações no modo como trabalharam em grupo. Maria posicionou-se como líder, mesmo sem ter lhe sido atribuída a função de “coordenador”. Algumas vezes suas atitudes favoreceram a realização das tarefas – organizava a divisão de trabalho, incentivava o grupo a resolver as demandas, auxiliava os colegas no desenvolvimento de suas funções. Em outros momentos, suas posturas limitaram as possibilidades de ação dos colegas. Por exemplo:

Maria: — ó João... sabe essa garrafa que tu cheirou agora?...

João: — qual?... a três?...

Maria: — é... da caixa de azeite?... tu acha que ela dá pra beber?...

João: — sim...

Maria: — vinagre?... tu acha que dá pra beber o vinagre?...

João: — eu bebo vinagre em casa...

Maria: — todo mundo aqui acha que não dá pra beber vinagre...

João: — mas eu bebo em casa...

(Transcrição de conversa entre os alunos durante a realização da segunda atividade)

Os momentos reservados à discussão dos questionamentos apresentados nas atividades no pequeno grupo deveriam resultar na elaboração de uma conclusão ou síntese coletiva das ideias de todos os estudantes. No fragmento que acabamos de citar, os alunos tentavam decidir se era possível ingerir determinado material, que julgavam ser vinagre. Há discordância de ideias no grupo, mas Maria se apressou em garantir que os outros colegas concordassem com sua posição. A resistência de João logo é silenciada e ignorada pelo grupo.

Ao longo de todas as atividades as opiniões de Maria prevaleceram sobre as de seus colegas. Interpretamos que isso se relacionou, em parte, pela postura de liderança que assumiu e que foi aceita incondicionalmente pelos colegas. Também foram importantes os conhecimentos que todos possuíam sobre trabalho em grupo – limitados pela faixa etária e pelas poucas oportunidades que tiveram para trabalhar dessa forma. Compreender a discussão de ideias como um valor, saber confrontar os pontos de vista e considerar a pertinência de cada um, argumentar, saber ouvir e fazer-se ouvido são conhecimentos a serem construídos. Como professores, podemos criar oportunidades para favorecer tais aprendizagens. Insistir no trabalho em grupo e assumi-lo com um de nossos objetivos de ensino é muito importante.

No breve período em que desenvolvemos as atividades experimentais em pequenos grupos, pudemos reconhecer conquistas. Tadeu era um menino quieto, manifestava certa insegurança, possuía dificuldades com a leitura e os colegas eram pouco otimistas sobre suas potencialidades. Sua função do grupo era a de “comunicador”. Nos momentos de socialização ele devia informar ao restante da turma as conclusões do grupo aos questionamentos apresentados. Diante da insegurança manifestada por Tadeu, suas dificuldades de leitura e a sensação de seus colegas de que ele teria dificuldades em executar a tarefa, o grupo se mobilizou para auxiliá-lo na comunicação. As meninas, principalmente Joana, o ajudaram a “ensaiar” o que falaria para a turma e todos o apoiaram quando se dirigia à frente da turma para a comunicação. Joana, com a função de “leitora” do grupo, dedicou-se a ler os registros do grupo para que o colega os memorizasse. Evidentemente, não é desejável que um estudante precise memorizar uma resposta por repetição. Essa forma que encontraram de preparação para a comunicação dá indicativos de que o aluno não se apropriou daquilo que era manifestado nas respostas. De todo modo, se centrarmos a atenção nos conhecimentos atitudinais, esses episódios evidenciaram sensibilidade dos colegas ao que compreendiam como dificuldades de Tadeu e se fortaleceram atitudes de solidariedade e cooperação, demandando organização do grupo para auxiliar o colega no cumprimento de sua tarefa – algo que era importante para todos, pois o que

comunicava representava todo o grupo.

Com João, o estudante cego, os colegas também manifestaram atitudes de companheirismo e colaboração, auxiliando-o na realização das atividades e tentando incentivá-lo a participar:

Maria: — quer fazer um João?...

João: — não... não sei fazer... não sou muito chegado em algodão...

((Maria pega um dos potes coloca um chumaço de algodão na extremidade – sem afundar – depois estende o copo para João))

Maria: — ó... afunda agora o algodão aqui dentro desse copinho aqui... ó... afunda... ((João pressiona o chumaço de algodão)) aí... aí... deu...

(Transcrição de conversa entre os alunos durante a primeira atividade)

Favorecer sua participação foi tomado pelo grupo como uma tarefa – ainda que essa participação tenha se dado de modo apenas simbólico, como no exemplo, em que a ação de afundar um chumaço de algodão em um copo não foi essencial ao grupo nem à sua aprendizagem sobre o experimento. Durante as atividades, de modo geral, parecia alheio ao que se passava, fazendo brincadeiras sonoras e conversando sobre assuntos que não dizia respeito aos experimentos.

Embora tenhamos incluído elementos que supúnhamos favorecer a participação de João, como os roteiros em braile e relevo e as observações multissensoriais, isso não garantiu sua autonomia e engajamento nas tarefas. Em parte das intervenções em que colegas e professoras buscaram incentivá-lo a fazer os procedimentos experimentais ele os fez de modo mecânico, como no fragmento que citamos acima. Isso ressalta aquilo que já afirmamos: oferecer condições materiais não assegura a participação. Há outros aspectos que seriam importantes que o aluno aprimorasse, tais como a habilidade de realizar observações táteis. Há também algumas pessoas cegas que possuem grandes resistências às experiências táteis, para esses casos podemos explorar observações recorrendo à audição ou olfato e respeitar as características individuais de nossos alunos. As atividades experimentais podem ser uma oportunidade de estimular o desenvolvimento das habilidades perceptivas. A colaboração entre o professor de ciências e o professor de educação especial pode resultar em trabalhos promissores.

Se João manifestou pouco interesse em realizar os procedimentos experimentais e observações, o contrário aconteceu com seus colegas. Mas também reconhecemos obstáculos na empolgação desses últimos. Muitos professores já passaram por isto: realizam um experimento com a turma e os alunos ficam entusiasmados com os resultados, querem que seja repetido como quem quer ver novamente um truque de mágica. Mas o interesse se limita aos “efeitos especiais” e os alunos não se importam com a teoria que esses professores gostariam de ensinar para a interpretação dos resultados experimentais. Algo semelhante aconteceu nas atividades que empreendemos. Tadeu,

Maria e Joana envolveram-se com certa animação na realização dos procedimentos e observações, mas o mesmo não aconteceu em relação à interpretação dos resultados. As discussões sobre os resultados, mediadas pelas questões que propusemos em cada atividade, foram limitadas à definição de uma resposta para cumprir o que foi pedido pelo professor – como já dissemos, sempre aquela apresentada por uma mesma aluna, Maria.

Sabemos que é comum os alunos limitarem sua atenção às observações e compreendemos que elas, por si só, não são capazes de promover a aprendizagem discente. Diante desse problema, procuramos chamar a atenção dos alunos para as causas dos resultados experimentais, incentivando-os a fazer perguntas sobre o que aconteceu, porque os resultados foram diferentes do previsto, o que aconteceria em outras situações experimentais. No experimento sobre a importância da água, em que houve germinação do feijão e os alunos ficaram entusiasmados com as jovens plantas e seu aspecto, questionamos sobre o que aconteceria se os brotos continuassem sob as mesmas condições por mais algumas semanas: “até quando continuariam a se desenvolver?”. Na segunda atividade, depois de tentarem prever potabilidade de alguns líquidos a partir de seus aspectos visuais e olfativos, perguntamos: “Veneno tem cor? Tem cheiro? Como sabem se não há algum veneno? E bactérias?”. No experimento em que realizamos uma filtração: “a água que filtramos, pode ser consumida? Como podemos investigar isso?”. Questões desse tipo podem fomentar a realização de novos estudos, leituras e experimentos.

As dificuldades que destacamos nesses breves comentários sobre o desenvolvimento das atividades em sala de aula sinalizam conhecimentos dos estudantes sobre como trabalhar em grupo e sobre atividades experimentais. Em nosso caso, alguns conhecimentos manifestados foram a dificuldade em lidar com conflitos de ideias, a compreensão por parte dos alunos de que o professor espera só uma resposta possível para os questionamentos e de que qualidade de um experimento está nos resultados surpreendentes que podem gerar. Não será possível nos aprofundarmos em questões relacionadas às aprendizagens conceituais, mas em conhecimentos de natureza atitudinal e procedimental – que, certamente, interferem nas aprendizagens conceituais. Mas quando falamos sobre a importância de considerarmos os conhecimentos iniciais discentes estamos falando também dos conhecimentos sobre as ciências da natureza, aos quais precisamos estar atentos a todo o momento, pois interferem no modo como os estudantes compreendem aquilo que estamos a ensinar. A nossa proposta metodológica abre espaço para isso, pois em vários momentos permitimos que os estudantes manifestem suas ideias sobre os assuntos em estudo: nos questionamentos para reflexão individual, nos momentos de discussões nos pequenos grupos e nas comunicações com o grande grupo, nas quais os conhecimentos são discutidos entre todos os alunos com a mediação docente.

Com essa proposta e as considerações que tecemos neste texto esperamos contribuir e inspirar professores de ciências com alunos cegos e videntes a construir

práticas educativas que dialoguem com as demandas e conhecimentos desses sujeitos.

10 | SUGESTÕES DE LEITURA

“Fotossíntese: um tema para o ensino de ciências?” (KAWASAKI; BIZZO, 2000).
“Ciências: Fácil ou Difícil?” (BIZZO, 2007).

REFERÊNCIAS

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BIAGINI, B. **Atividades experimentais com crianças cegas e videntes em pequenos grupos**. 2015. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

BIZZO, N. M. V. **Ciências: Fácil ou Difícil?** São Paulo: Ática, 2007.

BONALS, J. **O trabalho em pequenos grupos na sala de aula**. Porto Alegre: Artmed, 2003.

CAMARGO, E. P. Panorama geral das dificuldades e viabilidades para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de óptica. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 1, n. 2, p. 81-106. 2008.

CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências por Investigação**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

ESCRIBANO, C. C.; ALONSO, M. A. V. **Habilidades sociais**: Programa para mejorar las relaciones sociales entre niños y jóvenes com deficiencia visual y sus iguales sin discapacidad. Madrid: ONCE, 2005.

FRANÇA-FREITAS, M. L. P.; GIL, M. S. C. A. O desenvolvimento de crianças cegas e de crianças videntes. **Revista Brasileira de Educação Especial**, v. 18, n. 3, p. 507-526, jul.-set. 2012.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 54. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2009.

FRENCH, S. **Ciência**: conceitos chave em filosofia. Porto Alegre: Artmed, 2009.

GIL-PÉREZ, D. VALDÉS, P. La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 14, n. 2, 155-163. 1996.

KAWASAKI, C. S.; BIZZO, N. M. V. Fotossíntese: um tema para o ensino de ciências? **Química Nova na Escola**, v. 12, p. 24-29, 2000.

LOPES, J.; SILVA, H. S. **Aprendizagem cooperativa na sala de aula**: um guia prático para o professor. Portugal: Lidel, 2009.

MAIA, J. M. D.; DEL PRETTE, A.; FREITAS, L. C. Habilidades sociais de pessoas com deficiência visual. **Revista Brasileira de Terapias Cognitivas**, v. 4, n. 1. 2008.

MELETTI, S. M. F.; BUENO, J. G. S. O impacto das políticas públicas de escolarização de alunos com deficiência: uma análise dos indicadores sociais no Brasil. **Linhas Críticas**, v. 17, n. 33, p. 367-383, mai.-ago. 2011.

NEVES, K. O. **As Atividades Experimentais e o Ensino de Ciências: Limites e Possibilidades da Atuação do Coordenador de Laboratório de Ciências**. 2012. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

OCHAITA, E.; ROSA, A. Percepção, ação e conhecimento nas crianças cegas. In: COLL, C.; PALÁCIOS, J.; MASCHESI, A. (Org.). **Desenvolvimento psicológico e educação: necessidades educativas especiais e aprendizagem escolar**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995. p.183-197.

SILVA, G. S. F. **As intervenções do professor e processo grupal nas aulas de Física: uma análise à luz da teoria de Grupos Operativos**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SOLER, M. A. **Didáctica multisensorial de las ciencias: Un nuevo método para alumnos ciegos, deficientes visuales y también sin problemas de visión**. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, 1999.

PROPOSTA DE EXPERIMENTO ARTICULADA COM A LEITURA DE TEXTOS LITERÁRIOS

Simone dos Santos Ribeiro

Escola Básica Municipal Batista Pereira
Florianópolis, Santa Catarina

Cícero José Marques de Farias

Escola Básica Municipal Vitor Miguel de Souza
Florianópolis, Santa Catarina

Fábio Peres Gonçalves

Universidade Federal de Santa Catarina,
Departamento de Química
Florianópolis, Santa Catarina

RESUMO: A leitura tem sido destacada como um problema no cenário educacional brasileiro. De outra parte, a aprendizagem decorrente do desenvolvimento de atividades experimentais tem sido um problema largamente registrado na literatura em didática das ciências. Assim, este artigo tem o objetivo de apresentar uma proposta que articula a leitura de um texto literário de autoria do conhecido divulgador da ciência José Reis com atividades experimentais no ensino de ciências da natureza.

PALAVRAS-CHAVE: experimentação, literatura, ensino de ciências da natureza.

ABSTRACT: Reading has been highlighted as a problem in Brazilian education. Additionally, the learning resulting from the development of experimental activities has been a problem widely recorded in the didactic literature of the

sciences. Thus, this article aims to present a proposal that articulates the reading of a literary text authored by the well - known disseminator of science José Reis with experimental activities in the teaching of natural sciences.

KEYWORDS: experimentation, literature, teaching of the natural sciences.

1 | INTRODUÇÃO

Apresentamos propostas de atividades que articulam literatura e experimentação no ensino de ciências. Para tanto, nos baseamos em parte em uma compreensão interativa de leitura defendida por Solé (2009) que contraria a leitura de forma reducionista, como um simples objeto escolar, por vezes desvinculado da realidade e de sua função social, histórica e cultural. Entendemos que é importante trabalhar a leitura como um processo no qual o leitor/aluno realiza um trabalho de compreensão de textos a partir de seus objetivos, de seu conhecimento prévio sobre o assunto, o autor e aspectos linguísticos envolvidos, dentre outros aspectos importantes (SOLÉ, 2009).

Destacamos a exploração da leitura de maneira a considerar o conhecimento de cada estudante, pautado em suas experiências de vida dentro e fora da escola. Acreditamos

que a proposta de leitura sinalizada por Solé (2009) apresenta afinidade com a estratégia escolhida para a atividade experimental: Predizer, Observar, Explicar (POE) (GUNSTONE, 1991).

Desta forma, preocupamo-nos em utilizar a experimentação didática e a leitura de maneira que possam ser articuladas com pressupostos de ensino e aprendizagem que considerem, sobretudo, a participação do estudante. Entendemos que, para a proposta aqui articulada, o estudante necessita ser considerado como um sujeito que interage e que expressa ideias, sendo estimulado a pensar.

A seguir inicialmente são expostas a estratégia de leitura de Solé (2009) e o POE e como interpretamos que se articulam. Na sequência apresentamos um exemplo de atividade que articula estas duas propostas.

2 | ARTICULAÇÃO ENTRE ATIVIDADE EXPERIMENTAL E LEITURA DE UM TEXTO LITERÁRIO

A estratégia de leitura proposta por Solé (2009) se caracteriza por três etapas: antes da leitura (para compreender); durante a leitura (construindo a compreensão) e depois da leitura (continuar compreendendo). Na primeira etapa (antes da leitura) se tem o objetivo de obter conhecimentos sobre o texto, de que gênero se trata, o que esperar do gênero, como podemos fazer a leitura, quais objetivos são esperados com a leitura de tal texto. Perante as informações sobre o texto, o leitor pode estabelecer relações com seus conhecimentos prévios e traçar previsões. Os alunos também são estimulados a fazer perguntas sobre o assunto do texto; quando formulam tais perguntas podem tomar ciência do que se conhece e do que não se conhece sobre o assunto. Nesta etapa, o professor interfere e ajusta, reformulando perguntas. Na compreensão durante a leitura (segunda etapa), é esperado que o leitor estabeleça previsões sobre o que está lendo: formular previsões sobre o texto; formular perguntas sobre o que foi lido; esclarecer possíveis dúvidas sobre o texto e resumir as ideias do texto. Para continuar compreendendo depois da leitura (terceira etapa), há sistematização das ideias principais, com resposta a perguntas e com a construção de resumo, baseados nas ideias encontradas durante a leitura.

Em relação ao POE a estratégia é constituída de três etapas. Na primeira etapa, denominada “predizer”, os estudantes, divididos em grupos ou individualmente, respondem à questão que foi lançada pelo professor, predizendo o resultado a que deverão chegar, ou lançam hipóteses sobre o assunto, escrevendo livremente o que pensam sobre as questões formuladas, justificando assim sua previsão. A seguir, os estudantes realizam o procedimento da atividade experimental e observam o que ocorre, anotando as observações e comparando com a previsão que foi feita na primeira etapa. E, por fim, a explicação é o momento em que os alunos irão descrever possíveis semelhanças e/ou diferenças entre as suas respostas da previsão com aquilo que observaram durante a realização do experimento, tentando explicar o fenômeno.

É nesta terceira etapa que se busca responder a questão inicial lançada pelo professor (GUNSTONE, 1991). Assim, é possível que os estudantes, ao trabalharem em grupos, possam compartilhar opiniões, predições e interpretações (OLIVEIRA, 2003).

A estratégia didática POE é conhecida e utilizada em simulações computacionais (SCHWAHN; SILVA; MARTINS, 2007). Esta abordagem foi desenvolvida na Universidade de Pittsburgh, proposta inicialmente em 1961 por Nedelsky e em 1992 citada por White e Gunstone (OLIVEIRA, 2003; SCHWAHN; SILVA; MARTINS 2007; SCHWAHN; OAIGEN, 2008).

Com base nestas estratégias foram propostas atividades que articulam experimentos com a leitura de um capítulo de texto literário. As atividades foram divididas em duas partes: a primeira (Quadro 1) corresponde às estratégias previstas para a leitura do texto literário (um capítulo); a segunda parte (Quadro 2) contempla a atividade experimental propriamente dita.

Como já ressaltado a leitura do texto literário é orientada a partir de inspirações na estratégia de leitura proposta por Solé (2009), assim como observamos no trabalho descrito por Prestes, Lima e Ramos (2011). Antes de iniciar a leitura do capítulo do texto literário é apresentado um breve texto sobre o autor e a obra *Aventuras no mundo das Ciências*, para que os estudantes se familiarizem tanto com o tipo de texto quanto com o autor. É um momento também para os estudantes conhecerem os objetivos da leitura e poderem com isso desenvolver e explicitar suas expectativas.

Uma vez finalizada a leitura e discussão do texto é encaminhada uma atividade experimental cuja organização metodológica está inspirada no POE. Em pequenos grupos (4 integrantes) ou individualmente, os estudantes recebem uma pergunta, discutem e anotam suas predições. Para estabelecer hipóteses desenvolvidas no decorrer do experimento, são estimuladas discussões com base no texto literário, nas aulas anteriores e em suas experiências pessoais. Na segunda etapa do experimento os estudantes realizam os procedimentos, observam e anotam o que consideram necessário, com um tempo para a discussão. Na execução da terceira etapa, os estudantes são instigados a elaborar suas explicações e as comparar com os resultados previstos (previamente por eles mesmos) na primeira etapa do experimento.

3 | ATIVIDADES DE CULTURA DE BACTÉRIAS

O capítulo II do livro *Aventuras no mundo da ciência* escrito pelo conhecido divulgador da Ciência Jose Reis, na década de 1950, apresenta potencialidade de articulação entre experimentação e literatura, de acordo com pesquisa preliminar (RIBEIRO, 2016). Assim desenvolveu-se uma atividade de leitura associada a experimento de cultura de bactérias. Inicialmente a atividade foi estruturada e promovida em uma turma de sétimo ano do ensino fundamental e com certos objetivos que não serão propositalmente aqui elencados. Entendemos que cada professor

pode promover alterações nas sugestões aqui apresentadas e construir seus próprios objetivos para o processo de ensino e aprendizagem.

3.1 Atividade de leitura

A atividade de leitura acontece em três etapas, sendo que a segunda pode acontecer parcial ou integralmente como tarefa fora do ambiente escolar. Na primeira etapa de leitura, os estudantes recebem a transcrição do capítulo II do livro (Quadro 1). O docente pode proceder à apresentação do autor, obra e capítulo a ser lido e discutir a estratégia de leitura inspirada em Solé (2009).

Antes da leitura, os estudantes respondem individualmente e por escrito o roteiro de questões, como parte das previsões que podem ser desencadeadas pelo texto. Depois do registro individual em aula, as respostas serão discutidas no grande grupo com a exposição e posicionamentos individuais.

Questões que possam desencadear previsões iniciais sobre a leitura do capítulo II (antes da leitura):

- como você imagina que é o trabalho dos cientistas em um laboratório?
- os cientistas podem fazer pesquisas com animais não humanos em laboratórios.

Qual sua opinião sobre isso?

- faça perguntas relacionadas com a utilização de animais não humanos em experimentos em laboratórios de pesquisa.

Depois da discussão desencadeada por perguntas e respostas produzidas pelos estudantes, a leitura inicia de maneira intercalada com momentos de leitura em voz alta e leitura silenciosa, estimuladas por questionamentos. Os estudantes têm liberdade de questionamento e posicionamento durante o processo de leitura de maneira livre tornando a leitura e a compreensão uma atividade dinâmica e interativa. A finalização da leitura pode ser feita fora do ambiente escolar, de maneira individual, utilizando as estratégias discutidas em sala de aula. Esta será a segunda etapa da estratégia de leitura. Como parte da atividade, os estudantes podem fazer registros de pontos que considerem relevantes para discussão e/ou explicação: podem fazer perguntas aos personagens, observações, questionamentos para todo o grupo ou professor, etc.

Na terceira etapa, em sala de aula, os registros do momento da leitura (etapa dois) podem ser lidos pelos estudantes para discussão em grande grupo. Após a discussão, os estudantes podem ser convidados a registrar individualmente suas conclusões na forma de um resumo e fazer perguntas.

Para a realização da atividade de experimentação articulada à leitura literária, propomos a utilização de estratégias com o propósito de favorecer a leitura. Esta estratégia de leitura conta com três partes: antes da leitura (para compreender); durante a leitura (construindo a compreensão) e depois da leitura (continuar compreendendo).

Antes da leitura, obter conhecimentos básicos sobre o texto, quais objetivos são esperados com a leitura de tal texto. O leitor relaciona seus conhecimentos prévios e traça previsões, formulando perguntas sobre ele. Nesta etapa, o professor pode interferir reformulando perguntas.

Durante a leitura, trata-se de que o leitor possa estabelecer previsões sobre o que está lendo; formular perguntas sobre o que foi lido; esclarecer possíveis dúvidas sobre o texto e resumir ideias do texto.

Depois da leitura é feita a sistematização de ideias principais, a resposta de perguntas e a construção de resumo, baseados nas ideias encontradas durante a leitura.



Figura 1.1 — Foto de José Reis

Fonte: <<http://www.cnpq.br/web/guest/jose-reis>>. Acesso em: 15 set. 2015.

O autor: José Reis (1907 — 2002), jornalista especializado em divulgação da ciência, cientista, editor e escritor (Figura 1). Pesquisador do Instituto Biológico (Rio de Janeiro), foi um dos precursores da divulgação científica no Brasil. Dedicava-se a escrever textos para popularização da ciência em jornais, revistas, folhetos dirigidos e livros. Realizava palestras e visitas a laboratórios escolares. Através de seu trabalho nasceram clubes, feiras e concursos de ciência.

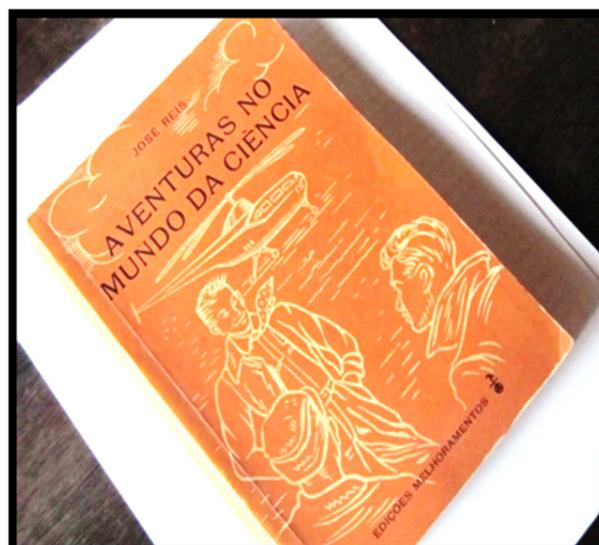


Figura 1.2 — Imagem do livro Aventuras no mundo da ciência

Fonte: Fotografia de Simone dos Santos Ribeiro

O livro: Em meados de 1950, José Reis escreveu o livro *Infanto-Juvenil Aventuras no mundo da ciência* (Figura 2). Conta a história de Carlito, um jovem do interior que vai até o Instituto de Pesquisas Médicas à procura de uma solução para as epidemias de cólera que acometem sua criação de galinhas. Lá, ele mergulha no mundo da ciência, observando de perto o dia a dia dos cientistas de diversas áreas relacionadas à saúde. E lá também ele conhece Mariana, auxiliar de laboratório com quem iniciará um romance. Além de expor como são os trabalhos de microbiologistas, bacteriologistas e outros grupos de pesquisadores, a trama aborda outros aspectos da pesquisa científica.

CAPÍTULO II

O INSTITUTO DE PESQUISAS MÉDICAS

O Instituto tinha por finalidade o estudo das doenças, para melhor as poder combater. Procurava examiná-las de todos os ângulos possíveis. Em seus laboratórios, os mais diversos cientistas faziam experiências que à primeira vista talvez não apresentassem relação alguma entre si, mas que visavam, na verdade, a uma ideia única: a luta contra a doença.

Com efeito, enquanto uns procuravam descobrir meios e modos eficientes de destruir os micróbios, usando para isto substâncias químicas e toda sorte de raios físicos, outros se lançavam na direção oposta, esforçando-se para criar os micróbios e provocar doenças; enquanto uns tratavam de descobrir meios de reforçar a resistência dos organismos contra as moléstias, outros buscavam o contrário, isto é, maneiras de os tornar presa fácil dos germes. Ao lado dos que tentavam destruir as células do corpo com poderosos aparelhos físicos, havia os que se dedicavam à tarefa de fazer crescer, dentro de tubos e aparelhos de vidro, órgãos inteiros tirados do corpo humano ou dos animais. E como também ocorrem doenças nas plantas, era possível contemplar, trabalhando lado a lado, cientistas que faziam os tecidos vegetais se desenvolverem dentro de tubos de vidro, e cientistas que se compraziam em fazer que as plantas adoecessem e morressem...

Para serem estudados e resolvidos, todos esses problemas exigiam a colaboração de dezenas e dezenas de especialistas. Eram médicos, químicos, físicos, bacteriólogos, zoólogos, fisiólogos, cada qual lavrando certo terreno, todos, porém, querendo, em última análise, conjugar esforços e combinar soluções para o mesmo fim: afastar para mais longe, cada vez para mais longe, o espectro da doença; dar ao homem vida mais sadia e longa; contribuir para que a humanidade possa viver mais tranquila e saudável...

Cada cientista tinha o seu laboratório e os seus auxiliares; cada laboratório compreendia várias salas, pelas quais se distribuía os aparelhos e os elementos de trabalho. Algumas das salas eram particularmente complicadas e até lembravam ambientes fantásticos, quando se punham a funcionar as máquinas enormes, alimentadas por altas tensões elétricas, e com algumas partes fortemente protegidas e blindadas, nas quais se liam assustadores avisos: «Cuidado! Alta voltagem». Outras tinham o aspecto de farmácias pacíficas, com seus tubos de vidro e pequenas retortas, ao lado de muitas drogas de cores variadas. Em algumas havia dispositivos para proteger as pessoas do perigo de contrair doenças muito contagiosas: portas duplas de tela muito fina, gabinetes de vidro esterilizados por meio de raios ultravioleta, cubículos onde as pessoas só poderiam entrar depois de vestidas com roupas especiais, completadas por esquisitas máscaras que davam a quem as usava o aspecto de escafandristas ou de soldados protegidos contra gases venenosos...

Também existiam salas geladas, onde os cientistas entravam convenientemente agasalhados e dentro das quais operavam, às vezes, complicados aparelhos.

Em alguns laboratórios balanças sensibilíssimas, encerradas em compartimentos antimagnéticos, assentavam sobre pilares que mergulhavam fundo na terra, sem ligação com as paredes do prédio, para evitar vibrações.

No departamento de fisiologia numerosos os aparelhos registradores marcavam com precisão, em pedaços de papel negro, as menores variações ocorridas dentro do corpo do homem e dos animais sob ação de certas drogas ou de certas excitações físicas.

Aparelhos de raio X permitiam apreciar dentro do organismo dos animais e das plantas, a evolução de certos processos, que se tornavam visíveis graças ao emprego dos isótopos radioativos, os quais brilhavam como faíscas aos olhos das placas fotográficas.

Aqui e ali, finalmente, podiam-se contemplar os sinais palpáveis de grandes derrotas dos cientistas, no seu afã de investigar e às vezes dominar a natureza. Em laboratório quase em ruínas, um amontoado de ferros retorcidos chamava a atenção do observador; em meio à destruição, o esqueleto de grande centrífugo que os cientistas haviam procurado construir, acionado por ar comprimido, com o fim de submeter as partículas microscópicas à ação de tremenda força centrífuga. Era o primeiro ultracentrífugo que se procurara fazer; o resultado ali estava, desolador. Outras tentativas vieram depois, muitas outras e o último modelo do aparelho funcionava agora numa sala nova, cheia de canos e medidores...

A Carlito o que mais interessava eram os laboratórios de microbiologia. E estes são relativamente simples. Armários e longas mesas, balanças, geladeiras, estufas, centrífugos, aparelhos de filtração, equipamento para dissecação de pequenos animais... Algumas gaiolas com animais vivos à espera de serem injetados, ou já contaminados e em via de observação. E também, é claro, os microscópios. Embora os laboratórios se pareçam uns com outros, a verdade é que neles se lida com objetos bastante diversos. A palavra microbiologia abrange o estudo de seres muito diferentes.

Que vem a ser, com efeito, a microbiologia? É o estudo dos micróbios, como zoologia é o estudo dos animais; a fitologia (ou botânica), o das plantas; geologia, o da terra; a mineralogia, o dos minerais....

Muito se enganaria, porém, quem imaginasse que todos os micróbios fossem iguais ou parecidos. São seres muito simples, é certo, em geral só visíveis com auxílio do microscópio, ou invisíveis, porém alguns têm natureza animal e outros, vegetal. Os animais são os chamados protozoários. Os vegetais são as bactérias e os fungos.

Para ter ideia do que sejam os fungos, basta que pensemos no mofo que aparece nos lugares úmidos e mal ventilados, sobre o couro, a capa dos livros, o queijo, os líquidos açucarados. Todo mundo conhece esses fungos, que formam espécie de tapete sedoso; se olhássemos esse tapete através de lentes fortes veríamos filamentos entrelaçados e presos uns aos outros, verdadeira rede na qual alguns fios se diferenciam para a reprodução. Nesses fios especiais formam-se, então, coisas que, guardadas as imensas diferenças de tamanho, poderíamos comparar, de maneira muito grosseira, às flores das árvores, pois encerram minúsculas partículas que, à semelhança das sementes, dão nascimento a novo ser, quando caem em terreno apropriado. Os cogumelos de chapéu, que se encontram nos lugares sombrios e úmidos, e que são conhecidos por tantos nomes diferentes, entre eles o de chapéu do diabo, também são fungos. Será inútil arregalar os olhos diante daquilo que poderá parecer uma tolice dos sábios: chamar de micróbios, que quer dizer seres pequeníssimos, e que nós dissemos serem em geral invisíveis, plantas que podem adquirir tamanhos tão apreciáveis! Mas não é tolice. É questão apenas de comodidade no falar, para abranger todos os seres que nos interessam de modo especial, como agentes das doenças ou fermentações. O cogumelo de chapéu não está precisamente neste caso, mas alguns parentes seus são causadores de doenças vegetais.

Ao contrário dos fungos, as bactérias são seres realmente pequeníssimos e sempre de espantosa simplicidade. Entretanto, quantas transformações operam com o seu trabalho! Umas são compridas e finas, outras encurvadas ou sinuosas, outras ainda são mínimas esferas que vivem isoladas ou em montinhos ou cadeias, algumas podiam mover-se e para isso possuem finíssimos apêndices, semelhantes a pelos. O tamanho das bactérias? Varia naturalmente com a espécie do micróbio mas podemos considerar como média o tamanho de 1 micro, que quer dizer a milésima parte de um milímetro. Se arrumadas em fila, uma encostada à outra, mil dessas bactérias caberiam no espaço de um milímetro. Por aí se pode imaginar o seu porte.

As bactérias reproduzem-se de maneira muito simples: ao fim de pouco tempo cada uma se parte pelo meio em duas novas, as quais por sua vez se dividem em outras duas, e assim por diante. Isto acontece em algumas horas se deixarmos cair umas poucas bactérias sobre uma superfície em que encontrem alimento, no dia seguinte elas terão se transformado em milhões. E esses milhões de bactérias acumuladas num único ponto formam já um montinho que pode ser visto, embora cada uma, isoladamente, seja invisível. Tais montinhos são o que chamamos colônias, as quais assumem aspectos diversos, conforme as bactérias que as constituem. Algumas formam colônias arredondadas e lisas, outras irregulares e cheias de filamentos, como novelos embaraçados ou cabeleiras revoltas. Há ainda uma infinidade de outras formas de colônias, pelas quais o microbiologista pode, às vezes, reconhecer o

micróbio sem olhá-lo no microscópio.

— Que lindas! exclamou Carlito, olhando algumas placas em que se viam colônias de micróbios comuns no ar. Certas colônias pareciam véus delicados a cobrir toda a placa, outras simulavam folhas, com suas nervuras, ou finas raízes a fugir do eixo da planta, outras ainda pareciam veludosos tapetes, delicadamente tecidos por milhões de seres invisíveis.

Quando se encontram em ambiente impróprio algumas bactérias recorrem a um processo especial que lhes permite sobreviver, formam esporos, pequeninos grãos resistentes e capazes de durar muito tempo. Se as condições melhoram, esses grãos germinam, como se fossem sementes, e dão nascimento a uma nova bactéria. É assim que os germes de certas doenças permanecem no solo através dos anos, os micróbios morrem, mas em seu lugar ficam os esporos que produzirão novas bactérias, iguais, quando as condições ambientais se tornarem favoráveis.

Carlito, habituado à vida de fazenda, conhecia muito bem o carbúnculo, doença que dá no gado, em certas zonas. Mas não sabia que existem campos cuja terra se acha contaminada pelos esporos do micróbio desse mal, as quais resistem anos a fio. Soltando-se os bois nesses pastos, os esporos penetram através de pequenas feridas e logo dão origem aos micróbios que, em pouco tempo, matam os animais. Também o terrível tétano se contrai através de esporos que ficam na terra, especialmente na que é adubada com esterco.

Os protozoários são bem mais complicados e maiores que as bactérias, embora também invisíveis a olho nu. Suas formas mais simples são as amebas, vagarosos seres que caminham deformando o corpo, espichando-o ou contraindo-o. Mais complexos são os flagelados, possuidores de longos e finos apêndices ou flagelos, que vibram como chicotes e que às vezes se prendem no corpo, em certa extensão, por transparentes e onduladas membranas; os ciliados, cujo corpo, todo revestido de pequeninos cílios que estão sempre a vibrar, às vezes possuem aberturas parecidas com bocas primitivas; os esporozoários, que têm vida extremamente complicada, uma boa parte da qual às vezes se passa dentro dos tecidos ou órgãos de outros animais.

Entre as bactérias, os fungos e os protozoários, encontram-se muitas espécies causadoras de doenças. A febre tifoide, a disenteria bacilar, a tuberculose, a morfeia, a furunculose, a difteria, e o tétano são doenças causadas por bactérias; também a cólera das galinhas, de que Carlito se irá ocupar com o Dr. Néelson, é produzida por bactéria. A maleita, a doença de Chagas e a disenteria amebiana são provocadas por protozoários, que também entre os animais causam grandes devastações, como a «tristeza» dos bovinos e as coccidioses. São causadas por fungos, entre outras doenças, as tinhas e uma porção de moléstias da pele, das cavidades do corpo e dos pulmões.

— Puxa! exclamou Carlito, contemplando os quadros que Mariana lhe mostrava, nos quais se viam diversas formas de bactérias, fungos e protozoários. Olhando para a variedade de bichos e plantas que há na superfície da terra, a gente imagina que seja impossível existirem outras formas diferentes dessas... Entretanto, aí está o mundo invisível, tão variado como o outro...

— E também há um mundo mais invisível ainda, disse Mariana, sorrindo.

Com efeito, por menores que sejam, as bactérias, os fungos e os protozoários sempre podem ser vistos com auxílio do microscópio, o precioso instrumento tão ligado ao progresso da humanidade. Muito além dessas formas, porém, inteiramente fora do alcance de nossos olhos, mesmo quando auxiliados pelos melhores microscópios, ficam os vírus. Ainda hoje os cientistas discutem se eles são micróbios como as bactérias, isto é, seres vivos dotados de forma e estrutura, ou se são simples substâncias químicas, desprovidas de vida e semelhantes aos fermentos que operam dentro de nós, a digestão dos alimentos, como a ptialina da saliva, que digere os amiláceos, a tripsina do suco pancreático, que ataca as albuminas, a pepsina do estômago...

Seres vivos ou não, o fato é que os vírus produzem doenças, e graves: a febre amarela, a gripe, o resfriado, a paralisia infantil... Atacam as próprias bactérias, dissolvendo-as. Atacam animais e plantas. É claro que não há um vírus só. Há muitos, cada um deles responsável por uma determinada doença.

Se invisíveis nos microscópios comuns, pode entretanto surpreendê-los e fotografá-los o microscópio eletrônico, complicado aparelho que, ao contrário do microscópio comum, não se encontra sobre as mesas dos pesquisadores, nem se transporta facilmente na mão, de um lugar para outro. É um aparelho de grandes dimensões, no qual as lentes de vidro do

microscópio comum foram substituídas por engenhosos dispositivos eletromagnéticos, e cuja operação é muito mais complicada que a dos microscópios comuns, que qualquer pessoa pode fazer funcionar sem dificuldade.

O microscópio eletrônico do Instituto estava instalado em uma sala especial. Havia um corpo de especialistas só para trabalhar com ele. Quando Carlito viu o extraordinário aparelho, que pode dar fotografias de micróbios aumentados 25.000 vezes (no microscópio comum temos aumentos de 1.000 vezes), os especialistas estavam muito contentes contemplando a luta de um bacilo com um bacteriófago, que é o vírus que ataca as bactérias; mostravam cheios de entusiasmo o bacilo penetrado pelas partículas do vírus, que o faziam explodir...

Pois bem, esses diversos micróbios, e também os vírus, eram estudados em laboratórios separados, nos quais trabalhavam bacteriologistas protozoologistas, micologistas, virologistas. Destas palavras, a única que não se entende facilmente é micologista: designa os que se ocupam com os fungos, cujo estudo se chama micologia.

— Estudar coisinhas tão pequenas deve ser muito complicado, não? perguntou Carlito, que se sentia atarantado diante da possibilidade de apreciar tantos fenômenos passados num mundo totalmente invisível aos nossos olhos desarmados.

— Nem tanto, respondeu Mariana. Para pessoas estudiosas e inteligentes a coisa é relativamente simples...

Nos seus trabalhos, os microbiologistas têm de percorrer um longo caminho: observam os micróbios, para bem lhes reconhecer a forma, o tamanho e os hábitos; cultivam-nos ou procuram cultivá-los dentro de tubos ou balões de vidro nos quais colocam certos líquidos ou geleias; injetam-nos em animais ou plantas, para estudar as doenças que causam e, finalmente, procuram descobrir meios e modos de destruí-los e curar ou evitar as moléstias que produzam.

Nem todos os micróbios podem ser cultivados dentro de balões ou tubos. Há alguns que até hoje resistem à astúcia dos sábios e só crescem no corpo dos doentes. Uma boa quantidade, porém, já foi domada e pode ser criada no laboratório, em meios líquidos ou sólidos, em que entram substâncias diversas. Os vírus, porém, só podem ser cultivados em meios nos quais existam fragmentos de tecidos vivos, ou então dentro de ovos de galinha, em cujo interior se esteja formando um pinto; nos tecidos do embrião, isto é, do pintinho que começa a formar-se, muitos vírus se multiplicam rapidamente. Para os que trabalham com vírus, o ovo embrionado é, hoje, um objeto tão importante como os tubos e balões cheios de meios nutritivos para os que trabalham com bactérias.

As muitas particularidades relativas ao cultivo dos micróbios e vírus, assim como ao seu estudo em geral, Carlito pôde ver à medida que, acompanhado de Mariana, ia penetrando nos laboratórios do Instituto, onde também deparava os mais variados tipos humanos: alegres e comunicativos uns, silenciosos e meditativos outros, todos porém tendo sempre diante de si um problema novo e complexo a resolver, uma batalha a vencer, algum mistério a desvendar. Mas os institutos não são apenas os laboratórios. Há uma série de outros serviços e instalações que auxiliam os cientistas.

Na biblioteca encontram-se livros e revistas em quantidade, cuidadosamente registrados e catalogados; num abrir e fechar de olhos é possível saber tudo aquilo que já se fez, em qualquer parte do mundo, sobre determinada doença ou micróbio.

Ao visitar o Instituto de Pesquisas Médicas, Carlito pôde ver de maneira clara como os esforços de todos os cientistas se articulam, em suave entendimento, para um fim comum; veio-lhe a impressão de que o Instituto era uma grande família, sendo a Ciência o sangue que a todos irmana. Se, muito alto, num avião, ele pudesse contemplar todos os institutos do mundo, teria a impressão de família ainda maior, formada não mais dos sábios de um instituto, mas dos pesquisadores de todos os estabelecimentos científicos do mundo, unidos pelos mesmos laços de idealismo e pelo mesmo sangue da Ciência, que é o propósito de obter conhecimento sempre mais profundo das coisas que nos cercam, e de nós mesmos, com o fim de chegarmos a uma vida melhor e mais digna, num mundo também melhor.

As bibliotecas são o coração que mantém circulando esse sangue. Os livros e as revistas representam, para os cientistas, o que as cartas são para os membros dispersos de uma grande família. No Rio de Janeiro ou no Ceilão, nas Índias Holandesas ou na Alemanha, em Londres ou em Chicago, a toda parte chegam as cartas dos cientistas, sob a forma de artigos, notas ou comunicações, levando a notícia das últimas descobertas, das últimas trincheiras conquistadas à trava da ignorância.

Nos biotérios conservam-se os animais destinados às pesquisas, ou já submetidos à experimentação. Coelhos, cobaias, ratos, camundongos, pombos, galinhas, macacos, furões, cães, tatus, tudo isto serve para experiência; todos têm pago seu tributo à ciência, deixando-se infectar, operar, matar, autopsiar. Que seria de nossos conhecimentos sobre a tuberculose e a difteria, sem o sacrifício diário das cobaias? De nossos progressos no estudo da febre amarela, sem os camundongos? da vacinação, antirrábica, sem o coelho? do conhecimento da paralisia infantil, sem o macaco? dos estudos sobre a gripe, sem o furão? da dosagem de muitas toxinas e antitoxinas, sem os pombos? E que teria sido de nossa bacteriologia toda, no que se refere ao processo da vacinação, sem as cacarejantes galinhas que a cólera tão impiedosamente dizima, como bem sabe o nosso Carlito?

Junto dos biotérios estão as cocheiras, onde se encontram cavalos, carneiros e bois. Cada um deles possui sua utilidade e tem representado dignamente o seu papel na história da medicina.

E temos as vastas estufas e os ripados onde se abrigam as plantas inoculadas com doenças ou destinadas à experimentação. São o biotério vegetal.

Não é tudo ainda. Tantos laboratórios a trabalhar com micróbios e a cultivá-los exigem, naturalmente, uma grande cozinha onde se preparem os meios líquidos e sólidos, destinados à cultura dos germes. Nessa cozinha veem-se grandes pias, além de caldeiras e fornos para esterilizar toda a vidraria. No preparo dos meios entram, além de sais e substâncias diversas, extratos de carne, fígado, batata, vitaminas, sangue, conforme a receita que deva ser preparada. Sim, porque os ingredientes variam conforme o micróbio e a finalidade da cultura.

Em vários laboratórios Carlito poderia ter apreciado o trabalho histológico, que consiste em preparar delgados cortes de órgãos e partes animais ou vegetais, e colori-los para que possam ser convenientemente examinados. Nesses cortes os cientistas apreciam as devastações causadas pelos micróbios e pelas doenças nos diferentes pontos do corpo, e acompanham a luta do organismo contra os invasores. Podem ver, por exemplo, os elementos de defesa do corpo organizarem-se rapidamente como se fossem um exército, cercar os micróbios, aprisioná-los, digeri-los; e podem ver muitas coisas mais, que refletem a luta invisível de todas as partes do organismo, contra os seus assaltantes, também invisíveis. E as revoluções que às vezes acontecem dentro de nós? Os tumores são o resultado de movimentos desse tipo, que procuram perturbar a ordem natural das coisas... Mas isto ficaria para o fim. Carlito poderia apreciar com calma essas maravilhas no laboratório em que Mariana trabalhava, acompanhando passo a passo as várias fases do processo: retirar um pedacinho do órgão doente, colocá-lo num líquido capaz de impregná-lo profundamente, conservando todas as coisas em seus lugares, e impedindo a putrefação, retirar toda a água do tecido e encharcá-lo de um bom dissolvente da parafina, depois passar o pedacinho de tecido para uma forminha com parafina líquida, mantida em estufa aquecida, afinal retirar a forminha da estufa e resfriá-la, obtendo um pequeno bloco branco, parecido com um cubinho de açúcar, dentro do qual se encontra, qual inseto conservado no âmbar, o pedacinho de tecido que terá de ser cortado em fatias finíssimas, de uns dez micra de espessura, isto é de um centésimo de milímetro...

Essas fatias se obtêm no micrótomo, máquina semelhante à de cortar frios, porém muito mais aperfeiçoada, e depois são coladas em lâminas de vidro e tingidas com diversos corantes, que ressaltam em tons e cores diferentes os vários elementos que constituem os órgãos e as partes do corpo. Agora, é só colocar a lâmina no microscópio e examinar. Mas aí é que começam as dificuldades, porque é preciso saber muita coisa para poder reconhecer os diversos elementos e órgãos, e dizer quando estão sadios ou doentes. Mesmo para quem não conhece estas coisas o aspecto que se descortina através do microscópio não deixa de ser fascinante. Experimentem vocês assim que puderem, e certamente sentirão o mesmo arrepio que Carlito sentiu. Quanta complexidade numa partícula ínfima de um pedacinho do corpo humano ou do corpo do verme mais vil!

A visita de Carlito terminou tarde, quando a maioria dos cientistas e técnicos se preparava para abandonar o Instituto, em busca de suas residências. Mariana não quis que ele se fosse sem primeiro ver o salão de conferências, onde semanalmente se reunia o pessoal do Instituto para que uns contassem aos outros as novidades que tinham observado em seus trabalhos, ou de que tinham sido informados.

Depois disto, voltaram ao laboratório, onde a moça deixou o avental branco e, após

apanhar a bolsa e o capote, apagou cuidadosamente todos os bicos de gás. Ao descerem juntos a escadaria do Instituto, Carlito lembrou-se de perguntar quem eram as pessoas cujos retratos vira no salão principal da biblioteca.

— O retrato grande é de Pasteur. Os outros são de alguns membros do Instituto, que morreram em consequência de suas experiências.

— Vítimas da ciência, disse Carlito. Havia bem uns seis deles... - É verdade: dois morreram de tifo exantemático, um de psitacose, dois de febre amarela e outro de infecção estreptocócica. Este último não teria certamente morrido se já tivéssemos as sulfamidas ou a penicilina.

E separaram-se, com um forte aperto de mão, diante do ônibus que Mariana deveria tomar (REIS, 1954 p.13-23).

Quadro 1 – Roteiro dos estudantes etapa de leitura

Fonte: Adaptado de Ribeiro (2016).

3.2. Atividade Experimental

Após atividade de leitura, os estudantes podem ser divididos aleatoriamente em grupos de trabalho (no máximo 4 integrantes) ou ainda individualmente. Por escrito são estimulados a pensar e elaborar uma previsão de acordo com roteiro no (Quadro 2), baseando-se em seus entendimentos prévios. As hipóteses podem ser discutidas inicialmente nos pequenos grupos e depois no grande grupo, para que sejam distribuídos os locais de coleta sem repetição e com a segurança dos estudantes. Neste momento, o professor pode fazer um registro de um acordo coletivo sobre os locais de coleta.

Com a autorização docente, os estudantes, devidamente orientados e paramentados com luvas de procedimento, fazem a coleta com um cotonete no local que julguem a possibilidade de ocorrência de microrganismos (acordado previamente) e executam os procedimentos conforme descrito no roteiro (Quadro 2).

As placas de petri identificadas serão devidamente acomodadas no laboratório de ciências e os roteiros serão recolhidos pelo professor para a aula posterior, que deverá acontecer em uma semana (tempo para o crescimento e desenvolvimento de bactérias).

Na aula posterior, os estudantes observam as placas (etapa “observação” da estratégia POE) e anotam no roteiro o que foi observado (Quadro 2). Após a observação, os estudantes confrontam suas hipóteses iniciais registradas com o observado (terceira etapa da estratégia POE), pensam e traçam explicações sobre o esperado e o que foi observado. E, finalmente, conclui o experimento registrando seus resultados no roteiro.

Roteiro etapa do experimento

Primeira etapa

- Com base em seus conhecimentos (fora da escola, aulas anteriores, leituras diversas e leitura e discussão do texto de José Reis, por exemplo), que locais ou objetos aqui da escola você considera que possam ter bactérias? Por quê? (Anote no roteiro individualmente):

- Discuta com seus colegas de grupo possíveis locais de coleta de material. Anote a resposta, que não obrigatoriamente precisa expressar um consenso entre o grupo:

- Anote o local de coleta do seu grupo, de acordo com a definição feita para toda a turma:

Cultivo de bactérias

Material - meio de cultura (preparo prévio pelo professor)

- 1 pacote de gelatina incolor
- 1 xícara de caldo de carne
- 1 copo de água
- luvas de procedimento

Preparo - Dissolver a gelatina incolor na água, conforme instruções do pacote. Misturar ao caldo de carne, acondicionar nas placas de petri esterilizadas.

Material (para o experimento):

- placas de petri com meio de cultura (recipiente plástico com tampa)
- cotonetes
- fita adesiva
- caneta permanente
- luvas de procedimento

Procedimento:

coletar o material (passar o cotonete em locais onde se julgam ocorrer bactérias, com a concordância prévia do professor, de modo a evitar risco de contaminação); passar levemente o cotonete sobre o meio de cultura; tampar as placas de petri (recipientes plásticos); marcar com a caneta permanente na placa de petri (recipiente plástico) o local da coleta, e vedar a placa com fita adesiva. Por fim, acomodar os meios de cultura no laboratório de ciências e fazer as anotações no roteiro.

Depois de uma semana, observar as alterações e anotar as suas interpretações sobre o que aconteceu.

Segunda etapa

- Descreva qual o aspecto da placa depois do procedimento:

Terceira etapa

- A placa apresenta aspecto diferente do inicial? O que você acredita que aconteceu? Por quê?

- Com base nos seus registros iniciais, o que você imaginou na aula anterior aconteceu? Explique.

- O que se pode interpretar a partir do que aconteceu no experimento, considerando suas previsões iniciais?

- Qual relação você faz entre o texto lido de José Reis e a atividade experimental?

Quadro 2 – Roteiro de atividade de experimento didático: cultivando bactérias

Fonte: Adaptado de Ribeiro (2016)

4 | PALAVRAS SOBRE A REALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES

Considera-se que a atividade descrita pode se constituir em um desafio. Dentre outros aspectos, porque o texto literário geralmente não é integrante das atividades em aulas de ciências. Essa atividade exige planejamento detalhado e cuidado com o desenvolvimento da leitura, bem como preocupação com as possibilidades de interpretação. Os entendimentos descritos no texto literário, sobre a experimentação científica, devem ser trabalhados pelo professor, de modo que possa ser articulado com os entendimentos e concepções de ciência que acredita e quer estabelecer em suas aulas. Tais cuidados relacionam-se com: equívocos conceituais, problematização de questões sociocientíficas, discussões com abordagens estereotipadas de ciência, aproximação com fatos históricos e/ou atuais etc. Também é possível discutir sobre a possibilidade de trabalhar com a literatura em meios digitais com a finalidade de enfrentar possíveis dificuldades com as disponibilidades de livros para cada um dos estudantes. Considera-se o texto literário, como uma importante ferramenta que amplia a possibilidade do professor realizar articulações sobre os termos de ciência utilizados em suas práticas pedagógicas. No desenvolvimento do trabalho se pode identificar gradativamente o grau do envolvimento dos estudantes com a leitura e a atividade experimental.

5 | SUGESTÕES DE LEITURA

Para os professores sugerimos a leitura do livro *Aventuras no mundo da ciência* do autor José Reis, aqui citado que conta com mais capítulos com possibilidades de trabalho na perspectiva apresentada. Com base em Ribeiro (2016) apresentamos um quadro com sugestões leituras de obras examinadas em publicações da área de ensino de ciências que apontam possibilidades de trabalhos com literatura. Enfatizamos que tal quadro pode trazer exemplos e, por outro lado, nos dá indicativos de obras ainda não trabalhadas.

Obra	Autor
A chave do tamanho	Monteiro Lobato
A dança do universo	Marcelo Gleiser
A procura do Absoluto	Honoré de Balsac
A Tabela Periódica	Primo Levi
A volta ao mundo em 80 dias	Júlio Verne
Drácula	Bram Stoker
Encontro com Rama	Arthur Clarke
Frankenstein	Mary Shelley

Frankenstein	Mary Shelley
Lágrima de preta –Máquina de fogo	Antônio Gedeão
Lição de Botânica – Teatro completo de Machado de Assis	Machado de Assis
Lição de prática	Maurício Luz
Lição sobre a água – Linhas de força	Antônio Gedeão
O diário do Beagle	Charles Darwin
O frio pode ser quente?	Jandira Masur
O martelo de Deus	Arthur Clarke
O segredo	Arthur Clarke
O vento solar	Arthur Clarke
Obra poética	Fernando Pessoa
Orryx e Cracke	Margaret Atwood
Os frutos dourados do sol	Ray Bradbury
Os naufragos do Selene	Arthur Clarke
Psicologia de um vencido (poesia) – Eu e outras poesias.	Augusto dos Anjos
Reforma da natureza	Monteiro Lobato
Sonhos de robô	Isac Asimov
Tão simples e tão úteis	Maria Conceição Barbosa Lima
Terra imperial	Arthur Clarke
Vinte mil léguas submarinas	Júlio Verne
Meninos da planície	Cástor Cartelle
Tem um cabelo na minha terra, uma história de minhoca	Gary Larson

Quadro 3 — Autores e obras.

Fonte: Adaptado de Ribeiro (2016)

REFERÊNCIAS

GUNSTONE, R. Reconstructing theory from practical experience. In: WOOLNOUGH, B. (Ed.). **Practical Science**. Milton Keynes: Open University Press, 1991. p. 67-77.

OLIVEIRA, P. R. S.. A construção social do conhecimento no ensino-aprendizagem de Química. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 2003, Bauru. **Anais...** Bauru: [s.n.], 2003. p.1-4.

PRESTES, R. F.; LIMA, V. M. R.; RAMOS, M. G. Contribuições do uso de estratégias para a leitura de textos informativos em aulas de ciências. **Revista Eletrônica de Enseñanza de Las Ciencias**, v. 10, n. 2, p.346-367; 2011.

REIS, J. **Aventuras no mundo da ciência**. São Paulo: Melhoramentos, 1954

RIBEIRO, S. S. **Articulações entre literatura e experimentação no ensino de ciências**. 2016. 209 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

SCHWAHN, M. C. A.; OAIGEN, E. R. O uso do laboratório de ensino de Química como ferramenta: investigando as concepções de licenciandos em Química sobre o Predizer, Observar, Explicar (POE). **Acta Scientiae**, v. 10, n. 2, p. 151-169, 2008.

SCHWAHN, M. C. A.; SILVA, J.; MARTINS, T. L. C. A abordagem POE (predizer, observar e explicar): uma estratégia didática na formação inicial de professores de química. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6, 2007, Florianópolis, **Anais...** Florianópolis: [s.n.], 2007. p.1-8

SOLÉ, I. **Estratégias de leitura**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

PROPOSTAS METODOLÓGICAS PARA A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

Patrícia de Souza Felipe

Universidade Federal de Santa Catarina,
Departamento de Química
Florianópolis, Santa Catarina

Vanderlei José Valim Vieira Filho

Escola de Educação Básica Getúlio Vargas
Florianópolis, Santa Catarina

Fábio Peres Gonçalves

Universidade Federal de Santa Catarina,
Departamento de Química
Florianópolis, Santa Catarina

RESUMO: A carência de atividades experimentais de química no ensino médio é um problema que tem sido caracterizado no sistema educacional brasileiro, assim como possíveis formas de enfrenta-lo. Nesta direção, o presente trabalho tem o objetivo de expor atividades experimentais de química que foram adequadas para o ensino médio a partir de propostas do livro “Experimentação na educação em química: fundamentos, propostas e reflexões” (GONÇALVES; BRITO, 2014). Do mesmo modo que na obra citada, são expostas propostas teórico-metodológicas às atividades experimentais, mais especificamente o POE (predizer, observar e explicar), as atividades experimentais de resolução de problemas/ investigação e o educar pela pesquisa. Tais propostas metodológicas orientam os

experimentos de química sugeridos para o ensino médio.

PALAVRAS-CHAVE: experimentação, ensino de química, ensino médio.

ABSTRACT: The lack of experimental activities of chemistry in high school is a problem that has been characterized in the Brazilian education system, as well as possible ways of confronting it. In order to develop possible ways to confront these issues, the present work has the objective of exposing experimental chemistry activities that were adequate for high school from proposals of the book *Experimentação na educação em química: fundamentos, propostas e reflexões* (GONÇALVES, BRITO, 2014). In the same way as in the cited work, theoretical-methodological proposals are presented to the experimental activities, more specifically the POE (predicting, observing and explaining), experimental problem solving / research activities and research education. Such methodological proposals guide the suggested chemistry experiments for high school.

KEYWORDS: experimentation, chemistry teaching, high school.

1 | INTRODUÇÃO

Tem-se defendido que os estudantes constroem seus conhecimentos, a partir do que já sabem e que esse aspecto, portanto, precisa

ser valorizado no desenvolvimento de atividades experimentais (DE JONG 1998). No que se tem chamado de compreensão tradicional de educação, não se coloca o aluno como centro de sua própria aprendizagem, e pouco se apreende seus conhecimentos iniciais.

O laboratório escolar em uma compreensão mais tradicional atribui ao estudante um papel mais passivo. Com isso Borges (2002, p. 298) questiona: *“o laboratório pode ter um papel mais relevante na aprendizagem escolar? Se pode, de que maneira deve ser organizado?”*. O autor descreve que é preciso encontrar novas maneiras de desenvolver as atividades experimentais.

Para De Jong (1998) uma das maiores dificuldades no ensino de ciências, ocorre devido à crença na perspectiva de transmissão de conhecimento do professor para seus alunos. Nesta perspectiva os estudantes atuam como intérpretes dos conteúdos expostos nos “roteiros experimentais”. Outra dificuldade ocorre quando o professor escolhe uma atividade experimental, cuja finalidade se reduz à supostamente comprovar conceitos já mencionados em aula, ou que estão nos livros didáticos. Esse modo de entender as atividades experimentais, pouco contribui para a aprendizagem discente. Como exposto por Gonçalves e Brito (2014), pesquisas têm questionado a ideia de que as atividades experimentais têm que ter o objetivo de comprovar conhecimentos teóricos. Borges (2002) chama a atenção que quando o resultado não é o esperado, o estudante pode manipular seus dados, a fim de obter a resposta supostamente correta, de modo que o resultado se torna mais importante que a aprendizagem.

Há também necessidade de superar visões empírico-indutivistas da experimentação, para as quais tal atividade é tida como simples possibilidade de teorização a partir da prática (GALIAZZI; GONÇALVES, 2004).

De outra parte, admite-se que as atividades experimentais podem valorizar o envolvimento do estudante fomentando a busca de respostas/soluções a questões. Face ao exposto, este trabalho buscou adequar e apresentar propostas de atividades experimentais do livro “Experimentação na educação em química: fundamentos, propostas e reflexões” (GONÇALVES; BRITO, 2014) para o ensino médio. Deste modo, inicialmente retomamos a discussão apresentada no livro a respeito de propostas teórico-metodológicas para as atividades experimentais. Em seguida, expomos sugestões de experimentos que estabelecem interlocução com parte das propostas discutidas preliminarmente. Assim como Gonçalves e Brito (2014), compreendemos que o objetivo de cada experimento deve ser elaborado pelo próprio professor que o desenvolverá, considerando os contextos em que as atividades experimentais serão promovidas. Entendemos igualmente que é uma responsabilidade docente a definição mais ampla dos conteúdos a serem abordados (conceituais, procedimentais e atitudinais).

2 | PROPOSTAS TEÓRICO-METODOLÓGICAS PARA AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

Galiazzi e Gonçalves (2004) apontam que as pesquisas em experimentação no ensino de ciências trazem pontos positivos a serem incorporados no desenvolvimento das atividades experimentais, como a explicitação dos conhecimentos iniciais dos estudantes. As propostas apresentadas a seguir buscam incorporar características como essa, de modo a enriquecer os experimentos desenvolvidos na escola, em que o mais importante não é obrigatoriamente a manipulação de reagentes e vidrarias.

2.1. POE (Predizer, Observar E Explicar)

Esta estratégia, abordada por Gunstone (1991), quando associada às atividades experimentais explicita que antes dos procedimentos experimentais deve-se orientar os estudantes para que sejam feitas suas previsões e para que avaliem as suas ideias, e posteriormente em grande grupo é feita discussão das observações, e interpretações.

Podem-se definir três etapas que caracterizam a proposta POE. A primeira é a etapa de “predição”: antes de iniciar a atividade experimental, os alunos formam pequenos grupos, sendo que em grupo se poderá discutir a questão lançada pelo professor, que solicita aos alunos a previsão do resultado esperado por eles (SCHWAHN; OIAGEN, 2008). Pode ocorrer então um momento de troca de ideias entre os membros. Os estudantes ficam livres para escrever o que pensam. Neste momento é relevante o trabalho do professor, de modo que, os alunos não fiquem apreensivos, se preocupando em encontrar uma resposta supostamente “correta”. A segunda etapa é a de observação, na qual é executado o procedimento experimental, com anotação das observações (SCHWAHN; OIAGEN, 2008). A terceira etapa se caracteriza, pela explicação, com a comparação das previsões com as observações feitas durante a execução da atividade experimental, explicitando as semelhanças e diferenças (SCHWAHN; OIAGEN, 2008). Nesta fase os estudantes tentam explicar os fenômenos observados, reforçando ou não as previsões iniciais. Cada aluno organiza seus novos conhecimentos, considerando a contribuição de cada integrante da equipe.

Em resumo dentro da proposta POE antes de realizar a atividade experimental, deve-se discutir com os estudantes a situação ou fenômeno que será tratado. Pode-se solicitar que os alunos escrevam suas previsões sobre o que deve acontecer e justificá-las. Na fase pós-atividade, faz-se a discussão das observações, resultados e interpretações obtidos, tentando reconciliá-las, se for o caso, com as previsões feitas.

2.2. Atividades Experimentais de Resolução de Problemas/Investigação

Nas atividades experimentais de cunho investigativo os alunos tendem a ser mais participativos, envolvendo-se diretamente em diferentes etapas da atividade (BORGES, 2002). Nesta perspectiva a situação a ser examinada deve ser instigadora, de modo que os alunos sejam levados a buscar uma solução, sem que para isso seja

preciso obrigatoriamente uma fórmula ou algoritmo matemático.

Para De Jong (1998), os denominados experimentos de *plantean problema* (p.p) seguem a corrente de resolução de problema. Em sua avaliação, esses experimentos incluem uma ou mais das seguintes características: “*formular perguntas com base no conhecimento prévio; propor soluções prováveis; comprovar essas soluções; compartilhar e discutir os procedimentos e soluções finais.*” (DE JONG 1998. p. 307, tradução nossa)

Nesta proposta podem-se distinguir seis categorias, que estão exemplificadas no Quadro 1.

Categoria de experimentos	Etapas do experimento					
	1	2	3	4	5	6
1	P	P	P	P	P	A
2	P	P	P	P	A	A
3	P	P	P	A	A	A
4	P	P	A	A	A	A
5	P	A	A	A	A	A
6	A	A	A	A	A	A

Quadro 1 - Categorias de experimentos plantean problema (p.p)

Legenda: Etapas do experimento: 1) propor um problema; 2) formular hipóteses; 3) planejar um experimento; 4) realizar um experimento; 5) apontar dados/observações; e 6) propor conclusões. Realizado pelo professor (P), realizado pelos alunos (A).

Fonte: Gonçalves e Brito (2014).

De Jong (1998) afirma que durante uma atividade experimental, é importante que os alunos sejam encorajados a atuar como investigadores, e trabalhar de forma cooperativa. Cita ainda que não é necessário que os alunos sejam investigadores em todos os conteúdos de ciências, ou que sigam cada categoria à risca, em uma única atividade experimental. Desta forma, De Jong (1998, p. 307, tradução nossa) destaca:

É importante dar aos alunos a oportunidade de desenvolver uma competência aceitável na resolução de problemas (práticos) e uma confiança adequada em sua capacidade para operar de uma forma cooperativa.

Borges (2002), fundamentado na literatura, apresenta uma proposta semelhante à exposta por De Jong (1998). Os experimentos investigativos para o autor podem ter quatro níveis diferentes. No nível zero é dado pelo professor o problema a ser investigado, os procedimentos e as conclusões. No nível 1, o professor define o problema a ser investigado e procedimentos, através de um roteiro. Cabe aos alunos coletar os dados indicados no roteiro e obter as conclusões. No nível 2, apenas o problema a ser investigado é dado, ficando para o estudante decidir como e que dados coletar, fazer as medições requeridas e obter conclusões a partir deles. Finalmente, no nível 3, este é dito “nível aberto” de investigação no qual o estudante deve fazer

tudo, desde a formulação do problema a ser investigado até chegar às conclusões (BORGES, 2002).

As categorias podem ser exemplificadas no Quadro 2.

Níveis	Problemas	Procedimentos	Conclusões
0	Dado	Dado	Dado
1	Dado	Dado	Em aberto
2	Dado	Em aberto	Em aberto
3	Em aberto	Em aberto	Em aberto

Quadro 2 - Níveis de investigação em experimentos

Fonte: Borges (2002)

A proposta metodológica de resolução de problemas de De Jong (1998) e Borges (2002), apresentam semelhanças, das quais se destaca a elaboração de uma situação problema a ser investigada pelos alunos, bem como a preocupação de tornar o estudante o sujeito ativo, valorizando seus conhecimentos iniciais.

2.3. Educar pela Pesquisa

No educar pela pesquisa o professor precisa criar condições para que os estudantes aprendam com autonomia e criatividade. A aula/experimento inicia com um questionamento inicial, lançado pelo professor aos alunos. Este questionamento tem como objetivo favorecer a explicitação do conhecimento de cada um dos participantes acerca do que será ou está sendo estudado. O professor busca promover a socialização destes conhecimentos iniciais e discuti-los no grande grupo. Após esse momento de discussão é realizada a atividade experimental, que pode ser executada pelos alunos, ou pelo professor. Este se constitui o momento de construção de argumentos. Para finalizar, no momento de comunicação, os discentes podem compartilhar seus conhecimentos construídos. Assim, os alunos podem, por exemplo, produzir um texto individual ou coletivo, explicando os fenômenos observados (GALIAZZI et al., 2005) para posterior discussão.

3 | PROPOSTAS DE EXPERIMENTOS

3.1 Sobre massa, volume, quantidade de matéria e mol

Baseada na metodologia POE, a aula pode iniciar com o professor propondo que os alunos se organizem em grupos de quatro alunos cada. Sem iniciar o experimento, os alunos somente observando as amostras, deverão propor suas previsões, individualmente e por escrito, à seguinte situação, que irá ser proposta pelo professor:

Entre as amostras, utilizadas neste experimento aquela que tiver o maior volume terá maior massa? Qual substância tem maior massa? Por quê?

Nas bancadas ou sobre as mesas dos estudantes, devem estar disponíveis para cada grupo, uma série de 4 frascos identificados com a massa do frasco vazio. As amostras sugeridas são: cloreto de sódio, água, chumbo e alumínio (cada frasco contém 1 mol da respectiva substância – informação da qual inicialmente os estudantes não dispõem).

Em pequeno grupo, os estudantes deverão discutir suas previsões individuais sobre o assunto. Para tanto poderão utilizar conhecimentos já adquiridos em sala de aula, como aqueles sobre mol, quantidade de matéria, volume e massa.

Em seguida, em seus grupos, os alunos iniciarão o procedimento experimental seguindo o roteiro. Através de uma balança irão medir a massa de cada amostra, e assim comparar as previsões que foram feitas inicialmente e irão também calcular a massa molar de cada substância. Em todo o momento o professor auxiliará os grupos conforme haja necessidade.

Posteriormente, em grande grupo, deve ser retomada e discutida a pergunta realizada inicialmente, em que os estudantes irão refletir sobre as semelhanças e as diferenças entre as suas respostas da previsão inicial, com as suas observações durante a realização do experimento, confirmando ou não confirmando a previsão inicial.

3.1.1. Procedimento Experimental

Questão para elaborar a previsão: *Entre as amostras, utilizadas neste experimento aquela que tiver o maior volume terá maior massa? Qual substância tem a maior massa? Por quê?*

Materiais

- Frasco contendo Água
- Frasco contendo Alumínio
- Frasco contendo Chumbo
- Frasco contendo Cloreto de sódio
- Tabela periódica
- Balança

Etapa 1

Faça a previsão, sobre a massa das amostras disponíveis em sua bancada/ mesa. Coloque as amostras em ordem crescente de massa, preenchendo a Tabela 1.

Amostra	Massa (g)
1-	
2-	
3-	
4-	

Tabela 1- Previsão da massa das substâncias

Etapa 2

Usando uma balança, façam e anotem (Tabela 2) as medidas de massa de cada amostra, confirmando ou não a sua previsão, lançada na etapa anterior.

	Amostra	Massa (frasco + amostra) (g)	Massa do frasco (g)	Massa amostra (g)
1				
2				
3				
4				

Tabela 2 - Massa das substâncias

Etapa 3

Registre (Tabela 3) a massa molar de cada substância, e a quantidade de matéria em cada amostra.

Substância	Massa molar	Quantidade de matéria
H ₂ O		
Al		
Pb		
NaCl		

Tabela 3 - Massa molar das substâncias

3.2. Cromatografia em papel

Apresenta-se aqui uma atividade experimental baseada na proposta de resolução de problemas/investigação apresentada por Borges (2002), de acordo com o nível 1 em que o professor fornece o problema para os estudantes, bem como o roteiro, e aos alunos cabe realizar o experimento e elaborar as conclusões.

O professor pode propor que os estudantes, se organizem em grupos de cinco estudantes, nos quais cada um terá o roteiro e todo material deve estar disponível, previamente organizado pelo professor.

Sem iniciar o experimento, os alunos devem discutir em pequenos grupos, a seguinte questão de investigação proposta pelo professor: *A tinta de canetas hidrocor utilizadas no experimento de cromatografia em papel é uma substância ou uma mistura de substâncias? Por quê?*

Para tanto utilizarão conhecimentos já adquiridos em sala de aula, como conhecimentos sobre substâncias, misturas, polaridade e métodos de extração. Após responderem a questão o professor sistematizará no quadro as respostas mais representativas no interior de cada grupo.

Em seguida, em seus grupos os alunos iniciam a atividade experimental de acordo com o roteiro. Observando o que ocorre, e respondendo a questão que foi proposta inicialmente. Em todo o momento o professor deverá auxiliar os grupos conforme haja necessidade. Posteriormente em grande grupo será retomada e discutida a pergunta realizada inicialmente e as conclusões dos grupos.

Uma orientação sobre abordagem e conteúdos associados à cromatografia em papel podem ser obtida em Gonçalves e Brito (2014).

3.2.1. Procedimento experimental

Questão de investigação: *A tinta de canetas hidrocor utilizadas no experimento de cromatografia em papel é uma substância ou uma mistura de substâncias? Por quê?*

Materiais

- Papel filtro de café
- Grampeador
- Canetinhas coloridas hidrográficas. Obs.: Faber Castel®
- Água
- Álcool (etanol 92° GL);
- Copo de vidro ou béquer
- Lápis
- Régua
- Plástico
- Elástico

- Traçar uma linha reta com um lápis a 1,5 cm das duas extremidades do papel entregue a cada grupo – para isto utilizar a régua. Conforme ilustrado na Figura 1, com um lápis marcar seis pontos sobre a reta com a mesma distância entre si.

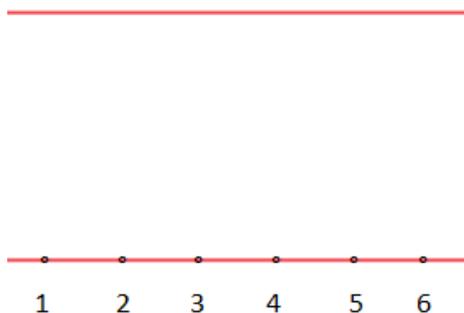


Figura 1- Papel filtro com as marcações

Fonte: os autores

- Em cima destas marcações, fazer pontos pequenos com cada uma das canetas seguindo a ordem: vermelho, verde, amarelo, azul, preto e marrom.

- De acordo com a Figura 2, enrolar o papel na forma de um cilindro e grampeá-

lo, deixando um espaço de cerca de 1mm, entre as duas extremidades.

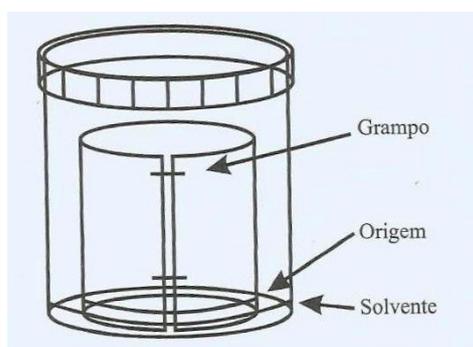


Figura 2 - Montagem para o experimento

Fonte: Gonçalves e Brito (2014).

- Colocar etanol no copo ou béquer. Atenção: o professor colocará no copo ou béquer apenas uma quantidade suficiente para molhar a ponta da tira de papel sem alcançar a tinta, aproximadamente 1,5 cm (Fase móvel utilizada neste experimento).
- Colocar o cilindro de papel no béquer ou copo.
- Cobrir o béquer com um plástico e amarrar com um elástico.
- Quando a linha do solvente atingir a marca superior no papel, remover o papel do béquer.
- Remover os grampos e colocar o papel para secar.
- Depois de seco calcular todos os R_f .

Elabore uma síntese com as conclusões do grupo em relação ao experimento, lembrando-se de responder a questão apresentada no início do experimento. Apresente os cálculos de R_f para todas as cores. Esta síntese deverá ser apresentada e discutida no grande grupo.

3.3 Para Que Lado Vai Pender A Balança?

A proposta de experimento apresentada a seguir está baseada nos princípios do educar pela pesquisa. O professor pode conduzir a atividade manuseando os materiais. É sugerida a utilização de uma balança de dois pratos. A balança pode ser construída com materiais alternativos (Figura 3), utilizando fios de cobre, duas formas de empada, base de madeira para sustentação e suportes de prateleira (suporte em L).

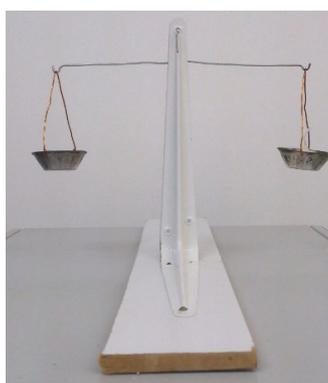


Figura 3 - Balança "rústica" de dois pratos

Fonte: os autores

O professor pode propor que os estudantes se organizem em grupos, nos quais cada um terá o roteiro e todo material deverá ser disponível, e previamente organizado pelo professor.

Nesta aula os estudantes explicitarão conhecimentos sobre transformação química. Sem iniciar o experimento, cada aluno deverá responder por escrito para que lado, a balança irá pender, a partir dos seguintes questionamentos:

- Suponha que em um primeiro momento se coloque em um dos pratos da balança uma vela e logo após com a balança equilibrada (para deixar a balança equilibrada é preciso adicionar algum(ns) objeto(s), tais como pedaços de giz, por exemplo) do lado em que não tem vela) se acenda a vela. Para que lado vai pender a balança quando a vela estiver queimando? Por quê?

- Suponha que em um segundo momento se coloque em um dos pratos da balança uma “bola” de papel e logo após com a balança equilibrada se queime o papel. Para que lado vai pender a balança quando o papel estiver queimando? Por quê?

- Suponha que em um terceiro momento se coloque em um dos pratos da balança um pedaço de palha de aço e logo após com a balança equilibrada se queime a palha de aço. Para que lado vai pender a balança quando a palha de aço estiver queimando? Por quê?

Após os estudantes escreverem suas respostas o professor pode pedir para que as discutam em pequenos grupos e que os grupos explicitem suas respostas para o professor sistematizar no quadro.

Em seguida o professor pode proceder executando a atividade. Os estudantes em seus grupos deverão em cada etapa discutir os fatos observados e registrar suas interpretações.

Após o experimento o professor deve discutir em grande grupo as anotações dos estudantes sobre a observação do experimento e as interpretações de cada grupo. A discussão do professor com o grande grupo pode ser favorecida pela leitura e discussão de um texto sobre a Teoria do Flogístico e a Lei de conservação das massas. Por fim, os grupos devem elaborar um resumo explicando o que foi realizado e os resultados do experimento e socializarão na próxima aula o que escreveram para discussão no grande grupo.

3.3.1 Procedimento experimental

No experimento será utilizada uma balança de dois pratos.

Materiais

- balança de pratos.
- Papel.
- Palha de aço.

- Vela.
- Caixa de fósforos.

Para cada etapa, justifique nos Quadros 1, 2 e 3 a opção que melhor explicita a sua previsão:

Parte A: Suponha que em um primeiro momento se coloque em um dos pratos da balança uma vela e logo após com a balança equilibrada se acenda a vela. Para que lado vai pender a balança quando a vela estiver queimando? Por quê?

A balança vai pender para o lado em que a vela estiver queimando, porque...	A balança vai pender para o lado em que não tem vela, porque...	A balança não vai pender para os lados, porque...
Resposta:	Resposta:	Resposta:

Quadro 1 – Respostas da Parte A

Parte B: Suponha que em um segundo momento se coloque em um dos pratos da balança uma “bola” de papel e logo após com a balança equilibrada se queime o papel. Para que lado vai pender a balança quando papel estiver queimando? Por quê?

A balança vai pender para o lado em que o papel estiver queimando, porque...	A balança vai pender para o lado em que não tem papel, porque...	A balança não vai pender para os lados, porque...
Resposta:	Resposta:	Resposta:

Quadro 2 – Respostas da Parte B

Parte C: Suponha que em um terceiro momento se coloque em um dos pratos da balança um pedaço de palha de aço e logo após com a balança equilibrada se queime a palha de aço. Para que lado vai pender a balança quando a palha de aço estiver queimando? Por quê?

A balança vai pender para o lado em que a palha de aço estiver queimando, porque ...	A balança vai pender para o lado em que não tem palha de aço, porque...	A balança não vai pender para os lados, porque...
Resposta:	Resposta:	Resposta:

Quadro 3 – Respostas da Parte C

Os grupos devem elaborar um resumo explicando o que foi realizado e os resultados do experimento, este texto será discutido na próxima aula no grande grupo.

4 | REFLEXÕES SOBRE O DESENVOLVIMENTO DOS EXPERIMENTOS EM SALA DE AULA

As propostas de atividades experimentais apresentadas buscam superar a ideia de tais atividades precisam se constituir na execução de uma espécie de “receita de bolo”. Pelo contrário, exige uma reflexão mais profunda sobre os conteúdos. É possível que alunos pouco acostumados a explicitarem seus conhecimentos se sintam incomodados, pois terão que expor suas ideias. Por outro lado, nossa experiência com estas propostas de experimento na escola, tem indicado igualmente resultados positivos por meio da avaliação dos estudantes.

Em relação aos materiais e substâncias sugeridos nos experimentos, a maioria é de fácil disponibilidade e não oferece riscos à integridade física dos estudantes e professor.

A forma como os experimentos foram organizados também possibilita muitos momentos de cooperação entre os estudantes, existindo, portanto, a viabilidade de se explorar aspectos de métodos cooperativos de aprendizagem.

Em relação aos aspectos apresentados aqui expomos sugestões de leitura. Há também indicações de leitura para aprofundar os conteúdos abordados nos experimentos.

5 | SUGESTÕES DE LEITURA

- Da Alquimia à Química – Química e Sociedade (SANTOS; MÓL, 2005).
- Fundamentos de cromatografia (COLLINS; BRAGA; PERINA, 2006).
- Contribuições Pedagógicas e Epistemológicas em Textos de Experimentação no Ensino de Química (GONÇALVES; MARQUES, 2006).
- Método cooperativo de aprendizagem Jigsaw no ensino de cinética química (FATARELI et al., 2010).

REFERÊNCIAS

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

COLLINS, C. H.; BRAGA, G. I.; BONATO, PERINA, S. **Fundamentos de cromatografia**. Campinas: Editora da Unicamp, 2006.

DE JONG, O. Los experimentos que plantean problemas en las aulas de química: dilemas y soluciones. **Enseñanza de las ciencias**, v. 16, n. 2, p. 305-314, 1998.

FATARELI, E. F.; FERREIRA, L. N. A.; FERREIRA, J. Q.; QUEIROZ, S. L. Método cooperativo de aprendizagem Jigsaw no ensino de cinética química. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 3, p. 161-168, 2010.

GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P. A Natureza Pedagógica da Experimentação: uma Pesquisa na

Licenciatura em Química. **Química Nova**, v. 27. n. 2, p. 326-331, 2004.

GALIAZZI, M. D. C.; GONÇALVES, F. P.; SEYFFERT, B. H.; HENNIG, E. L.; HERNANDES, J. C. Uma sugestão de atividade experimental: A velha vela em questão. **Química Nova na Escola**, n.21, p.25-28, 2005

GONÇALVES, F. P.; BRITO, M. A. **Experimentação na educação em química: fundamentos, propostas e reflexões**. 1. ed. Florianópolis: Editora UFSC, 2014.

GONÇALVES, F. P. ; MARQUES, C. A. Contribuições Pedagógicas e Epistemológicas em Textos de Experimentação no Ensino de Química. *Investigações em Ensino de Ciências, Investigações em Ensino de Ciências*, v. 11, n. 2 , p. 219-238, 2006.

GUNSTONE, R. Reconstructing theory from practical experience. In: WOOLNOUGH, B. (Ed.). **Practical Science**. Milton Keynes: Open University Press, 1991. p. 67-77.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G; S. **Da Alquimia à Química**. In: SANTOS, W. L. P.; MÓL, G; S. *Química e sociedade*. v. único. São Paulo: Nova Geração,. 2005. p. 14- 18

SCHWAHN, M. C. A; OIAGEN, E. R. O uso do laboratório de ensino de Química como ferramenta: investigando as concepções de licenciandos em Química sobre o Predizer, Observar, Explicar (POE). **Acta Scientiae**, v. 10. n. 2, p. 151-169, 2008.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Fábio Peres Gonçalves

Professor da Universidade Federal de Santa Catarina.

Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina.

Graduação em Licenciatura em Química pela Universidade Federal do Rio Grande.

Mestre em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina.

Doutor em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina.

E-mail: fabio.pg@ufsc.br

Carolina dos Santos Fernandes

Professora da Universidade Federal de Santa Catarina.

Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina.

Graduação em Licenciatura em Química pela Universidade Federal do Rio Grande.

Mestra em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina.

Doutora em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina.

E-mail: carolina.sf@ufsc.br

Santiago Francisco Yunes

Professor da Universidade Federal de Santa Catarina.

Graduação em Bacharelado e Licenciatura em Química pela Universidade Federal de Santa Catarina.

Mestre em Química pela Universidade Federal de Santa Catarina.

Doutor em Química pela Universidade Federal de Santa Catarina.

E-mail: sfyunes@gmail.com

SOBRE OS AUTORES

Adélio A. S. C. Machado

Professor Catedrático da Universidade do Porto (Portugal)
Graduação em Engenharia Químico-industrial pela Universidade do Porto (Portugal).
Doutor em Química Inorgânica pela *Imperial College* (Inglaterra).
E-mail: amachado@fc.up.pt

Beatriz Biagini

Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas pela Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Jacarezinho.
Mestra em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina.
Aluna de doutorado em Educação Científica e Tecnológica na Universidade Federal de Santa Catarina.
E-mail: beatrizbiagini@gmail.com

Bruna Szpoganicz

Graduação em Bacharelado em Química pela Fundação Universidade Regional de Blumenau e em Licenciatura em Química pela Universidade Federal de Santa Catarina.
Aluna de mestrado em Química na Universidade Federal de Santa Catarina.
E-mail: bruna.szpoganicz@posgrad.ufsc.br

Carlos Alberto Marques

Professor da Universidade Federal de Santa Catarina.
Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina.
Graduação em Licenciatura em Química pela Universidade Federal de Santa Catarina.
Mestre em Química pela Universidade Federal de Santa Catarina.
Doutor em Ciências Químicas pela *Universita' Degli Studi di Venezia* (Itália).
E-mail: carlos.marques@ufsc.br

Cícero José Marques de Farias

Professor da Escola Básica Municipal Vitor Miguel de Souza (Florianópolis-SC, Brasil).
Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Santa Catarina.
E-mail: farias.cicero@gmail.com

Simone dos Santos Ribeiro

Professora Escola Básica Municipal Batista Pereira (Florianópolis-SC, Brasil).
Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Cruzeiro do Sul.
Mestra em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina.
E-mail: zenlua@gmail.com

Vanderlei José Valim Vieira Filho

Professor da Escola de Educação Básica Getúlio Vargas (Florianópolis-SC, Brasil).
Graduação em Bacharelado e Licenciatura em Química pela Universidade Federal de Santa Catarina.
Mestre em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina.
E-mail: qosavalimvieira@gmail.com

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-85107-35-2



9 788585 107352