

Ensino de  
**Química**  
em revista  
o papel social do ensino de Química

Guilherme Cordeiro da Graça Oliveira  
Jussara Lopes de Miranda  
Leonardo Maciel Moreira  
Paula Macedo Lessa dos Santos  
(Organizadores)



**instituto de química**  
Universidade Federal do Rio de Janeiro

# **ENSINO DE QUÍMICA EM REVISTA**

## **O PAPEL SOCIAL DO ENSINO DE QUÍMICA**

GUILHERME CORDEIRO DA GRAÇA DE OLIVEIRA  
JUSSARA LOPES DE MIRANDA  
LEONARDO MACIEL MOREIRA  
PAULA MACEDO LESSA DOS SANTOS  
(Organizadores)

1<sup>a</sup> EDIÇÃO  
RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE QUÍMICA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
2017

## **Comissão Editorial**

*Guilherme Cordeiro da Graça - UFRJ*

*Jussara Lopes de Miranda - UFRJ*

*Leonardo Maciel Moreira - UFRJ*

*Paula Macedo Lessa dos Santos - UFRJ*

## **Autores**

*Carina Costa dos Santos - SEEDUC*

*Carlos Frederico Loureiro - UFRJ*

*Caroline Ferreira Santos Rodrigues - Rede privada de ensino -  
Duque de Caxias Japeri - RJ*

*Cristiana de Barcellos Passinato - SEEDUC*

*Fabiane Pereira Martins - SEEDUC*

*Gabriela Salomão Alves Pinho - IFRJ*

*Guilherme Cordeiro da Graça de Oliveira - UFRJ  
Jussara Lopes de Miranda - UFRJ*

*Marcelo Delena Trancoso - Colégio Brigadeiro Newton Braga  
Marcelo Hawrylak Herbst - UFRRJ*

*Mariana Berendonk - Rede privada de ensino - Duque de Caxias  
Nadja Paraense dos Santos - UFRJ*

*Pablo Wolf Oliveira - SEEDUC e FAETEC-RJ*

*Paula Macedo Lessa dos Santos - UFRJ*

*Rodrigo Volcan Almeida - UFRJ*

*Rozana Gomes de Abreu - CAP-UFRJ*

*Sheila de Araujo - Rede privada de ensino*

*Verônica de Souza Mussoi - SEEDUC*

*Waldmir Nascimento de Araujo Neto - UFRJ*

*Walter José Teixeira Júnior - SEEDUC*

## **Revisores**

*Angela Sanches Rocha - UERJ*

*Anita Ferreira do Valle - UFRJ*

*Antônio Carlos de Oliveira Guerra - UFRJ*

*Cristiano Barbosa de Moura - CEFET-RJ*

*Erivanildo Lopes da Silva - UFS*

*Ismárcia Gonçalves da Silva - IFRJ*

*Marcelo Borges Rocha - CEFET-RJ*

*Márcia Denise Pletsh - UFRRJ*

*Márcia Narcizo Borges - UFF*

*Mariana Lima Vilela - UFF*

*Maura Ventura Chinelli - UFF*

*Nilson Rogério da Silva - UNESP*

*Renato José de Oliveira - UFRJ*

*Renato Pereira Ribeiro - IFRJ*

*Roberto Dalmo Varallo Lima de Oliveira - UFU*

*Roseantony Rodrigues Bouhid - IFRJ*

*Sheila Pressentin Cardoso - IFRJ*

*Talita Vidal Pereira - UERJ*

*Tânia de Oliveira Camel - FIOCRUZ*

*Tiago Lima da Silva - UFRJ*

## **Capa, Projeto Gráfico e Diagramação**

*Arthur H - Gráfica UFRJ*

E59

Ensino de química em revista: o papel social do ensino de química. / Guilherme Cordeiro da Graça, Jussara Lopes de Miranda, Leonardo Maciel Moreira, Paula Macedo Lessa dos Santos (orgs.). – Rio de Janeiro : UFRJ, Instituto de Química, 2017.

188 f. color.; 21 cm.

Vários autores.

ISBN 978-85-61987-09-1

1. Ensino de química. 2. Papel social do ensino de Química.  
I. Graça, Guilherme Cordeiro da. II. Miranda, Jussara Lopes de.  
III. Moreira, Leonardo Maciel. IV. Santos, Paula Macedo Lessa  
dos. V. Título.

CDD 540

## SUMÁRIO

<b>1</b>	Alguns apontamentos sobre a educação ambiental no Brasil <i>Carlos Frederico Loureiro</i>	13
<b>2</b>	A chuva ácida e o meio ambiente: Uma proposta metodológica para ensinar o tema a alunos com deficiência intelectual incluso em uma turma de ensino médio regular <i>Verônica de Souza Mussoi, Gabriela Salomão Alves Pinho, Paula Macedo Lessa dos Santos</i>	29
<b>3</b>	Aproximação do método jigsaw de aprendizagem cooperativa para no ensino de eletroquímica no ensino médio <i>Walter José Teixeira Júnior, Paula Macedo Lessa dos Santos</i>	43
<b>4</b>	Considerações sobre o uso de um conto de ficção científica no ensino de química: radioatividade <i>Pablo Wolf Oliveira, Nadja Paraense dos Santos</i>	59
<b>5</b>	Uma breve história do átomo e seus modelos: uma possível contribuição à história da química no ensino médio <i>Marcelo Delena Trancoso, Nadja Paraense dos Santos</i>	75
<b>6</b>	A Química no museu nacional: sugestões para elaboração de visitas escolares <i>Guilherme Cordeiro da Graça de Oliveira, Carina Costa dos Santos</i>	89

<b>7</b>	Química acessível: construção de uma plataforma digital para o debate sobre inclusão no ensino de química  <i>Cristiana de Barcellos Passinato, Rodrigo Volcan Almeida, Waldmir Nascimento de Araujo Neto</i>	101
<b>8</b>	Soluções químicas: a abordagem do conhecimento químico escolar nos anais do ENEQ (2010-2016)  <i>Sheila de Araujo, Rozana Gomes de Abreu</i>	117
<b>9</b>	Resíduos sólidos e educação ambiental: desafios na busca da transdisciplinaridade  <i>Mariana Berendonk, Jussara Lopes de Miranda</i>	133
<b>10</b>	O antropoceno e a água como moeda social: uma proposta mediadora para o ensino de química  <i>Caroline Ferreira Santos Rodrigues, Jussara Lopes de Miranda</i>	147
<b>11</b>	Problematizando o ensino de funções inorgânicas: uma proposta de trabalho experimental  <i>Fabiane Pereira Martins, Rodrigo Volcan Almeida Marcelo Hawrylak Herbst</i>	165

# **APRESENTAÇÃO**

## **A PESQUISA EM ENSINO DE QUÍMICA NO RIO DE JANEIRO**

*Alice Casimiro Lopes*

Ao me dedicar à leitura dos capítulos que compõem este livro, as tramas da memória me levaram ao I Encontro Sudeste de Ensino de Química, realizado junto ao VI Encontro Nacional de Ensino de Química, em São Paulo, no ano de 1992. Pela primeira vez em um evento do gênero, fui apresentar resultados de minha dissertação de Mestrado e travar contato com as então lideranças do campo da Educação Química – termo ainda pouco utilizado na época –, todas até hoje em forte atividade e destaque, tais como Attico Chassot, Mansur Lutfi, Maria Eunice Ribeiro Marcondes, Otávio Maldaner, Roseli Schnetzler, Roberto Ribeiro da Silva, Romeu Rocha-Filho, e ainda com três mais que já nos deixaram e merecem ser muito homenageados: Letícia Parente, Luiz Roberto Pitombo e Roque Moraes.

Os grupos de maior destaque nessa época estavam situados em São Paulo e no Rio Grande do Sul. Grupos de pesquisa começavam a se constituir com força em Belo Horizonte, liderados por Eduardo Fleury Mortimer e Luís Otávio Amaral, e logo em seguida em Brasília, com o grupo local ampliado pela participação de Ricardo Gauche e do também saudoso Wildson Santos. Em outros estados

movimentos similares ocorriam. Mas mesmo assim poucos no Rio de Janeiro se dedicavam às pesquisas em Ensino de Química, ainda que houvesse alguns químicos e professores de química entusiastas que valorizavam fortemente o investimento no tema. Difícil citar nomes sem cometer as injustiças do esquecimento, mas é possível lembrar facilmente daqueles que nos deixaram: Maura Ferreira Mattos, Reinaldo Calixto de Campos e Reinaldo Carvalho Silva. Lembrar deles é também uma forma de prestar uma homenagem pelo trabalho pioneiro que realizaram.

Nessa época, Bachelard era o autor ao qual eu me dedicava centralmente, por meio de sua obra conhecida como diurna, trazendo para o campo de Ensino de Química uma discussão epistemológica muito distinta das usuais discussões do campo. Ainda que posteriormente, com Goodson, eu mesma tenha feito várias críticas à possibilidade de se pensar a Educação por meio do registro epistemológico da ciência de referência – o conhecimento escolar não é uma reprodução da Ciência nem atende às mesmas finalidades sociais –, permaneço considerando Bachelard um autor de grande importância para a discussão da epistemologia. E as tramas da memória também me levam a ele no momento de ler os artigos deste livro, já que é um autor aqui citado várias vezes, direta ou indiretamente.

Em uma frase que já se tornou clássica, Bachelard afirmava que “(...) a Natureza, querendo fazer química, criou, finalmente, o químico” (BACHELARD, 1972b, p. 33). Tal frase, como qualquer sentença, pode ser lida de várias maneiras. Com base na interpretação de muitos dos seus livros, acho possível argumentar o quanto Bachelard com essa frase questionava as perspectivas empírico-positivistas e realistas que viam (e veem) na natureza ou em algum dado empírico essencial – os átomos, as moléculas, as substâncias e suas reações – a origem da ciência química. Com seu questionamento ao substancialismo, sua defesa de uma filosofia do não (que não é a negação

que destrói, mas reconfiguração e questionamento de totalizações homogeneizantes), seu debate com a filosofia, na criação de uma filosofia que fizesse jus às ciências físicas do século XX, Bachelard se opunha a uma leitura da Química como ciência natural. A Química, como toda ciência física, é fruto de uma fenomenotécnica, cria uma realidade, pois nem tudo é real da mesma maneira:

*(...) será demasiado cômodo confiar-se uma vez mais a um realismo totalitário e unitário, e responder-nos: **tudo é real**, o elétron, o núcleo, o átomo, a molécula, a micela, o mineral, o planeta, o astro, a nebulosa. Em nosso ponto de vista, nem tudo é real da mesma maneira, a substância não tem, em todos os níveis, a mesma coerência; a existência não é uma função monótona; não pode se afirmar por toda parte e sempre no mesmo tom.* (Bachelard, 1988: 54)

Contra essa função monótona da existência, Bachelard introduzia seu racionalismo aplicado. Com essa epistemologia, é possível dizer que a Química, como toda ciência física, é uma produção teórica, precisa da produção de uma razão e de uma linguagem (em outro registro poderia dizer um discurso) para ser constituída como ciência química.

Também é possível afirmar que Bachelard situava que a ciência dependia de seres humanos - os químicos - para inventá-la. Em outros momentos ele chegou a desenvolver a noção de cidade científica, marcando, ainda que não desenvolvendo, tanto a dimensão institucional quanto a dimensão social na produção da ciência.

Trago essa ideia da ciência como invenção humana, questionadora dos enfoques empírico-positivistas, para pensar a produção do Ensino de Química, de um campo da Educação Quími-

ca. No caso aqui, não focalizo sua produção nacionalmente, mas quero localizar sua institucionalização no Rio de Janeiro. Não há fronteiras impermeáveis entre o que aqui se produz e o que se faz em outras partes do país, ou mesmo do mundo. Mas quero destacar uma trajetória que nesses mais de vinte e cinco anos fez com que se possa falar de uma institucionalização da pesquisa em Educação Química no Rio de Janeiro.

Há vinte e cinco anos, como destaquei, poucos eram os que participavam ativamente e investiam em atividades formadoras na área de Ensino de Química. Praticamente não havia grupos de pesquisa organizados no Rio de Janeiro, a despeito da força dos Programas de Pós-graduação em Educação no estado. Aqueles que desejavam se formar no Mestrado e no Doutorado com esse foco, buscavam os pesquisadores em Ensino de Ciências, ou ainda os pesquisadores em Educação no campo da Didática ou do Currículo que se mostravam abertos para um diálogo com as disciplinas específicas. Poucas eram as produções escritas de pesquisas realizadas em escolas de nosso estado. Hoje a situação é muito diversa. E o Mestrado Profissional em Ensino de Química e o livro **ENSINO DE QUÍMICA EM REVISTA - O PAPEL SOCIAL DO ENSINO DE QUÍMICA** são parte significativa dessa institucionalização.

Ao mesmo tempo em que a institucionalização do campo de Educação Química se desenvolveu no Rio de Janeiro, também se ampliou e se diversificou o campo no Brasil. As pesquisas que inicialmente assumiam um foco mais metodológico ou propositivo, marcado por um lado pelas teorias cognitivistas, e por outro pela perspectiva crítica, ou mesmo marxista, hoje, sem abandonar essas referências primeiras, assumem dimensões mais plurais, investigam temáticas diversas, dialogam mais fortemente com o campo educacional.

Esse mesmo movimento nacional vemos acontecer por meio da institucionalização em nosso estado, criando movimentos próprios a partir de uma trajetória que hoje pode ser considerada como consolidada. O Mestrado Profissional em Ensino de Química da UFRJ é então referência desse processo. O esforço em produzir este livro torna-se um trabalho coletivo que busca dar visibilidade a esse à pesquisa aí instalada.

Junto a propostas de trabalho para contextos específicos em sala de aula, foco importante de um Mestrado Profissional, é possível identificar no livro que aqui apresento a preocupação com a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade, via educação ambiental e via relações com outras temáticas disciplinares, assim como a preocupação com a história da química, as tecnologias da informação e da comunicação, o conhecimento escolar, a epistemologia, dentre tantos outros registros diferentes.

No meu modo de ver essa trajetória da Educação Química no Rio de Janeiro, outro ponto que vale ressaltar e que indica um avanço importante para o campo é o fato de que todos os trabalhos que compõem este livro são resultado de investigações institucionalizadas. Não são textos isolados, que, mesmo quando bem feitos, têm menor alcance. São textos fruto de uma rede de pesquisa organizada e que, por isso, têm maior potencial para se relacionarem com outros textos da cidade científica em Educação Química, produzirem impacto no sistema de ensino, terem desdobramento na produção de conhecimento.

Louvável também é o fato de os textos aqui reunidos dialogarem com uma literatura da área específica e com uma literatura educacional, se apropriarem de resultados de pesquisas nacionais e de textos estrangeiros importantes, demonstrando o empenho em se basear em uma revisão de literatura consistente, infelizmente nem sempre valorizada em nossas pesquisas. Desse modo, ecos dos estudos dos anos

1990 convivem com produções mais atuais, gerando leituras com possibilidades instigantes, mas também abertura para novos estudos.

Outra potência deste livro que quero particularmente destacar é sua contribuição para o currículo. Na medida em que são textos que envolvem uma relação acentuada com a prática escolar, escritos também por docentes atuantes na Educação Básica, eles contribuem para contestar um discurso de que professores e professoras não sabem o que fazer em sala de aula e dependem de orientações centralizadas – PCN, OCN, PCN em ação, PCN+, BNCC – para realizarem um trabalho de qualidade. Sem necessariamente discutirem ou teorizarem sobre currículo, estes textos contribuem performativamente para rechaçar um discurso prescritivo sobre a escola, um discurso que despotencializa as escolas, um discurso que, desse modo, tenta legitimar ações que reforçam uma normatividade curricular via teoria educacional.

Em tempos em que as escolas e as universidades são bombardeadas com tentativas de controle, são submetidas à reificação do conhecimento, é muito bom ler livros e saber de pesquisas que continuam investindo na produção de conhecimento de forma plural, voltada para uma relação universidade-escola que, se não tem como fugir de assimetrias instituídas por relações de poder, aposte na possibilidade de criar algo melhor para a Educação Química, agora também no Rio de Janeiro.

## Referências

BACHELARD, Gaston. *La philosophie du non*. Paris: Presses Universitaires de France, 1988.

BACHELARD, Gaston. *Le Pluralisme Cohérent de la Chimie Moderne*. Paris: Vrin, 1972.

# ALGUNS APONTAMENTOS SOBRE A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO BRASIL

*Carlos Frederico B. Loureiro (UFRJ)*

A intenção, com este texto, é elaborar alguns apontamentos e argumentos em torno de questões que julgamos atuais e pertinentes ao debate da educação ambiental (EA) no Brasil e seus (des)caminhos, principalmente no que diz respeito à realizada no contexto escolar e no processo de formação de professores. É um convite ao leitor, uma introdução ao tema que mobiliza os demais textos do livro, cujo objetivo é contribuir com as reflexões do leitor.

## **O cerne das questões: do que trata a educação ambiental?**

Se, por um lado, começaremos pelo supostamente óbvio; por outro, em tempos de transformações agudas no cotidiano de vida das pessoas e de intensificação dos padrões de exploração do trabalho social e da natureza, é importante revisitar e trazer ao debate o que poderia parecer superado ou posto como algo dado.

O leitor, em uma rápida busca pela internet ou na leitura de livros e artigos, encontrará várias definições de educação ambiental. Algumas dessas foram e são muito usadas e repetidas, como a que se en-

contra no artigo 1º da Política Nacional de Educação Ambiental (Lei 9795/99)<sup>1</sup>, contudo, quando perguntamos em público qual é o seu cerne, isto é, o que há de distintivo, de específico nela, frequentemente a resposta é um enorme silêncio.... e muita incerteza. Afinal, o que nos permite dizer que determinado processo social é educação ambiental e não, por exemplo, educação em saúde ou educação ecológica?

Quando insistimos na discussão, muito facilmente encontramos respostas sobre o que a EA não é (de um modo comumente prescritivo, é verdade) ou saídas argumentativas sobre a fluidez do processo educativo e dos conceitos, evitando-se posições assertivas. Não há dúvidas de que enfatizar tal dinamicidade seja necessário: conceitos existem para serem interpelados e modificados, pois são formas mentais, linguísticas e discursivas de organização de algo existente com o qual nos relacionamos em seu movimento. Todavia, o fato de um conceito, categoria ou expressão não ser estático, principalmente quando nos referimos a um campo da educação, não exclui a possibilidade de pensarmos sobre aquilo que o caracteriza e o torna distinto e singular. Ao destacarmos o que ele não é e as incertezas relativas ao que seria, abrimos a possibilidade de reflexão sobre o que se é.

Há vários aspectos que poderiam ser abordados para responder à questão feita. De pronto, em uma primeira aproximação à provocação, poderíamos dizer: o que qualifica a EA é o “ambiental”, uma vez que é um modo específico de enunciar um processo educativo. E o que define o “ambiental”? É comum nos discursos produzidos por educadores e educadoras se negar a separação entre o social e o natural, em uma menção crítica tanto à definição de ambiente como meio físico-bioló-

---

<sup>1</sup> “Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.”

gico que nos cerca, quanto ao ambiente como sinônimo de natureza. Refutar a dicotomia ou, o inverso, simplificá-la/homogeneizá-la não significa, porém, de modo imediato, em termos práticos e teóricos, compreender a unidade complexa e contraditória sociedade-natureza.

Por vezes, observamos, no movimento dessa refutação, uma transposição de categorias das ciências sociais para se pensar o universo natural não-humano ou uma subordinação da dinâmica metabólica material à linguagem (em uma redução culturalista) ou ainda analogias entre processos e dinâmicas biológicos e as relações sociais para se entender o universo natural humano. O fato concreto é que refletir acerca da mútua relação de constituição não é tão evidente e tampouco acontece automaticamente ao se negar a dicotomia!

Compreender tal complexidade da natureza e estar além do estritamente social ou do estritamente denominado natural, tendo o ambiente enquanto relações espaço-temporais socialmente delimitadas e determinadas, é o desafio!

Para fechar esse ponto, ilustremos com um exemplo. Ao pesquisarmos a poluição das águas por agrotóxicos e tratá-la como um conteúdo educativo ambiental relevante, há categorias indispensáveis para serem explicitadas e relacionadas na práxis educativa estabelecida. Assim, é relevante vincular a natureza química e os efeitos biológicos e ecossistêmicos desse acontecimento à produção de alimentos e suas formas sociais implicadas (culturas criadas, significados dados aos alimentos, distribuição da – e acesso à – riqueza material gerada, atendimento ao direito à alimentação, segurança e soberania alimentar etc.). Quando falamos em determinadas formas sociais criadas, faz-se necessário entender as relações de propriedade legitimadas pelo Estado (propriedade privada, pública ou comunal da terra e o significado simbólico e econômico disso) e os motivos que levam à produção intensiva de venenos no modelo agrícola brasileiro etc.

Vamos, então, estabelecendo sucessivamente nexos relacionais, complexos e não-lineares, que permitem entender o modo como transformamos a natureza e nos apropriamos material e simbolicamente dela, através da modificação de ecossistemas e biomas, e da constituição de indivíduos, sociedades e uma teia de categorias e conceitos que formam a unidade temática a ser trabalhada enquanto prática de educação ambiental.

Essa perspectiva teórico-metodológica, que enuncia de um jeito singular a educação ambiental, pode ser objetivada diferentemente na prática escolar e na formação de professores, o que depende das condições de execução do trabalho e das opções político-pedagógicas assumidas pelos envolvidos, sem que essas precisem ser tratadas como excludentes (por modelo disciplinar, não-disciplinar, interdisciplinar, transversal, projetos, integração disciplinar ou grande área etc.).

Com base nessa colocação inicial acerca da especificidade da educação ambiental, discorreremos brevemente sobre alguns aspectos que corroboram a linha de argumentação adotada.

### **Aspecto ontológico**

O ser humano, para existir, precisa continuamente produzir seus meios de vida. Isso impõe a transformação da natureza para a satisfação de necessidades materiais e simbólicas, biológicas e culturais – isto é, socialmente estabelecidas ao longo da história. Esse processo de transformação da natureza, de relação metabólica sociedade-natureza, determina dialeticamente não só a maneira por meio da qual satisfazemos necessidades, mas também o nosso próprio modo de existir como indivíduos em sociedade. Nesse movimento ontológico (ou seja, fundante do ser naquilo que o define enquanto tal), o ser natural se constitui também como ser social, o que signi-

fica, a rigor, a indissociabilidade entre processos histórico-sociais e biológicos na produção do que é propriamente humano e do que denominamos de biodiversidade.

Tal pressuposto ontológico significa procurar entender a relação entre o sujeito, a ação, o produto desta e as características tendenciais que a sociedade assume nesse movimento. A totalidade social-natural, nessa linha de raciocínio, é um complexo estruturado e historicamente determinado, ou seja, um complexo de complexos cujas partes específicas (totalidades parciais) estão relacionadas entre si, em uma série de inter-relações e determinações recíprocas que variam constantemente e se modificam em um processo coevolucionário.

Como a pulsão que cada um de nós realiza só pode se dar no mundo da existência social e não na de um indivíduo hipoteticamente isolado, o que é produzido, contemplado, significado, eticamente valorado, aprendido e conhecido precisa ser socializado, transmitido e constantemente recriado no movimento humano de objetivação-subjetivação. Sendo um ser que adquire singularidade em sua atividade criadora e intencional no mundo e por sua relação com o outro, a educação passa à condição de exigência do humanizar-se. Não há sociedade sem educação, no sentido de que não há vida social sem aquilo que a humanidade produziu (instrumentos, tecnologia, ciência, arte, condutas, costumes, valores, conhecimentos vários, isto é, cultura) seja comunicado, reproduzido, ampliado, socializado e modificado.

Em resumo, a educação, em uma ontologia do ser social, é a própria humanização em processo, sob relações concretas e condições historicamente estabelecidas. Fazer juízo de valor e estabelecer códigos linguísticos, compreender o mundo, ter consciência dele, interpretá-lo, *ser mundo* são acontecimentos que se efetivam tão somente em sociedade.

Nesse sentido, é específica de cada sociedade a forma como a educação é instituída, reconhecida e legitimada. A educação escolar no formato atual é um exemplo disso, pois se tornou uma exigência da convivência social e da sobrevivência de cada um de nós na sociedade moderna.

Assim posto, não podemos idealizar a educação ambiental e atribuir a ela um tom salvacionista ou prescritivo acerca do que deve ser feito para um comportamento individual ecologicamente considerado correto. É importante pensá-la e praticá-la como parte das relações sociais, da vida cotidiana e de uma sociedade determinada, em suas contradições e nos dilemas e inquietações da existência humana na Terra. De igual maneira, não é razoável responsabilizar, pela degradação, quer os indivíduos – pois se desconsideram as relações e contextos sociais –, quer sua “essência humana” – posto que esse tipo de posicionamento ignora a historicidade dos acontecimentos.

É inaceitável tratar o humano como algo homogêneo, já que o que qualifica a ação predatória não é a ação humana abstratamente, mas modos específicos de relações sociais que condicionam formas de uso da natureza. Portanto, é um contrassenso enxergar a transformação da natureza como um problema, mas faz sentido, sim, afirmar que modos específicos de produção, territorialmente determinados, levam a transformações insustentáveis sob o prisma social e ecológico.

Quando se mantém a discussão sobre a intervenção humana na Terra em um nível genérico ou se afirma a educação como algo capaz de nos “salvar” da destruição da vida no planeta, não se vai além do respeitável apelo ao bom senso e da crença de que a educação e o desenvolvimento tecnológico resolverão os inquietantes problemas ambientais. Para reconhecermos que é preciso fazer dife-

rente e ir além, não podemos reproduzir esse discurso que traz alento, mas pouco contribui para mudar as relações sociedade-natureza.

### **Aspecto teórico-metodológico**

Um aparente dilema comumente posto entre os que se envolvem com a educação ambiental é a polarização entre prática individual e coletiva. Uns afirmam ser preciso mudar as pessoas para depois se considerar as estruturas e esferas públicas capazes de propiciar o ambiente como bem comum. Outros defendem o inverso. Ora, se concordarmos com o que foi dito anteriormente, é um falso dilema pensar em um antes do outro. A rigor, só há uma coisa na outra e pela outra. Construímos nossa história, mas o fazemos a partir de condições que não foram as por nós escolhidas e que também constituíram nosso processo de formação. Por isso, o ato educativo pressupõe a transformação da realidade de vida no processo de transformação pessoal.

Para um exemplo, cada um de nós pode deixar de desperdiçar água em nossos usos domésticos, mas tal alteração não passa, em média, de 10% do consumo total da água captada em uma bacia hidrográfica. Os outros 90% dizem respeito aos processos produtivos agrícolas e industriais. Logo, além de mudanças comportamentais individuais, precisamos conhecer a cadeia produtiva, as técnicas utilizadas, os significados (culturais) dados às águas, as instâncias em que se definem e autorizam os usos, os meios de intervir nesses espaços e efetivamente agir na dimensão coletiva.

A mídia e parte dos materiais e projetos educativos veiculam como verdade está ao nosso alcance atuar contra o desperdício quando tomamos banho, lavamos a louça, limpamos carro etc. Ora, isso é uma meia verdade, pois, se, do ponto de vista da ética e da coerência pessoal, cabe a cada um economizar e evitar qualquer

comportamento que reduza a natureza a uma “coisa” a ser usada, é completamente falso naturalizar as práticas culturais, os costumes, as relações econômicas e político-institucionais como se elas não pudessem ser alteradas ou influenciadas por nossa atuação.

O debate não pode girar em torno do que viria antes (ação individual ou ação coletiva), mas pode tentar entender em qual deles está o determinante, considerando que ambos são importantes e necessários. Por onde começaremos, como faremos, como estabeleceremos as relações e o que enfatizaremos dependerá de cada situação e da intencionalidadeposta no processo educativo.

### **Aspecto histórico**

A educação ambiental se constituiu na radicalidade questionadora dos anos de 1960 na Europa. Seu contexto de criação era composto por pelo menos quatro “vetores” que foram decisivos para a definição dos seus princípios, diretrizes e orientações político-pedagógicas: (1) movimentos sociais diversos; (2) a contracultura; (3) os padrões de conservação da natureza promovidos por antiga tradição científica e por grupos voltados para a preservação natural, que tinham a finalidade de garantir a sobrevivência de ecossistemas e da biodiversidade; e (4) os intensos debates da ecologia política, com caráter de questionamento radical à sociedade capitalista, aos modos de vida dominantes (eurocêntricos) e aos seus intrínsecos processos de expropriação do trabalho e de uso insustentável dos recursos naturais. Estavam no cerne das inquietações ambientalistas à época questões como: Qual é o direito de uma pessoa em satisfazer certas necessidades e desejos quando isso pode inviabilizar a vida do outro? Como garantir uma vida humana digna, sem destruir as possibilidades de reprodução das demais espécies que coabitam o planeta? Como produzir respeitando os ciclos naturais e satisfazendo as necessidades vitais humanas?

Esse sentido de recusa “ao que está aí” ou de negação do padrão societário dominante não teve ressonância imediato no Brasil. Os motivos são facilmente identificáveis. A literatura especializada por inúmeras vezes destacou que a educação ambiental teve seu início reconhecido publicamente nos anos de 1970, durante a ditadura militar, dentro do aparato estatal ambiental e em (poucas) organizações ambientalistas de cunho mais conservacionista (cujas principais lideranças eram militares). Nessa época, a educação ambiental foi reduzida pelo discurso dominante à transmissão de conhecimentos ecológicos, ao ensino de técnicas e de comportamentos ecologicamente viáveis, mesmo que pudéssemos identificar algumas falas e práticas mais políticas em pessoas e grupos.

Nos anos de 1980, com o processo de redemocratização, esse cenário começou a se reverter, o que não significou um imediato diálogo entre o campo instituído da educação e a educação ambiental, mas implicou a consolidação de um discurso de negação do ambiente como sinônimo de meio físico-biológico, tal como comentamos inicialmente.

A educação escolar aparecia em eventuais debates relativos ao caráter disciplinar e/ou interdisciplinar da educação ambiental – como, por exemplo, na publicação de um parecer do antigo Conselho Federal de Educação e outro da Secretaria Municipal de Educação de Santos sobre o assunto, e em iniciativas de inserção nas escolas públicas por meio de disciplina ou projeto. Cabe recordar que as práticas escolares, via de regra, eram direcionadas por diretores e coordenadores pedagógicos para professores de ciências, biologia e geografia, que tinham a incumbência de fazer a educação ambiental escolar.

Após a realização da Rio 92, houve um aumento considerável de professores e demais trabalhadores da educação, escolas e uni-

versidades envolvidos com a educação ambiental. Ao longo da década de 1990, identificamos as primeiras ações concretas de maior envergadura do Ministério da Educação (MEC), ao promover iniciativas de formação de professores, criar o primeiro Programa Nacional de Educação Ambiental e instituir o tema transversal meio ambiente nos Parâmetros Curriculares Nacionais.

É na década de 2000 que, de fato, se pode dizer que a relação entre educação escolar e a educação ambiental se consolida. Em termos institucionais-normativos, são publicados a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), em 1999, e seu decreto de regulamentação, em 2002, com o respectivo início do funcionamento do Órgão Gestor da PNEA, que possui paridade entre MEC e Ministério do Meio Ambiente (MMA).

Observamos também, logo em seguida ao estabelecimento da PNEA, o avanço intenso da institucionalização da educação ambiental, tanto no âmbito escolar quanto no da gestão ambiental, com a publicação de inúmeros documentos técnicos oficiais, normas, diretrizes, materiais de apoio à formação, políticas estaduais e municipais. Nesse contexto, o MEC intensifica várias ações e consegue contribuir para praticamente universalizar a presença da educação ambiental nas escolas. Em pesquisa realizada em 2006, cerca de 96% das escolas brasileiras declararam realizar a educação ambiental (seja como projeto, disciplina, tema transversal, projeto político pedagógico, integração entre duas ou mais disciplinas e entre outras opções não excludentes entre si), com patamares quantitativos bastante equivalentes entre todas as regiões do Brasil.

Seria equivocado dizer, por outro lado, que exclusivamente a ação do Estado levou a isso. A educação ambiental no âmbito escolar só se materializou pelo movimento de professores e alunos que, por iniciativa própria, criou grande parte das ações conhecidas. Haja vis-

ta que, apesar da inegável contribuição do ministério e secretarias da educação, elas, no geral, fomentaram muito mais processos “de fora para dentro” da escola, por meio de projetos de parceria com ONGs e empresas, com restrita interlocução e construção conjunta com trabalhadores da educação e suas formas de organização. Essa baixa interação com os pesquisadores da área se refletiu, por exemplo, em reduzidas análises acerca das possibilidades da educação ambiental em um contexto de políticas públicas, particularmente as educacionais, moldadas pela reorganização do Estado.

Merece destaque também o avanço, nos últimos vinte anos, tanto da produção em pesquisa na educação ambiental – com considerável participação de programas de pós-graduação em educação, apesar de não serem os mais representativos numericamente –, quanto dos vários programas de ensino de ciências, humanidades e interdisciplinares. Há, inclusive, estudos que indicam que acima de 50% das dissertações, teses e trabalhos científicos da área podem ser classificados como “educação ambiental escolar”, o que indica o peso das práticas escolares, políticas públicas com foco na escola, formação de professores e currículo na dinâmica da EA.

Com isso dito, podemos concluir que há um processo intenso de institucionalização e de produção de práticas e pesquisas relativas à EA no sistema de educação. E o que temos atualmente? Quais são as perspectivas para a educação ambiental na academia e em políticas públicas?

### **Um aspecto sobre as políticas públicas voltadas para a escola**

O elevado interesse acadêmico pela educação ambiental permanece no país, mesmo considerando as políticas agudas de retração de investimentos públicos em pesquisas, projetos de extensão e ofertas de cursos que possuam a questão ambiental como objeto

central. Contudo, esse interesse e considerável volume de conhecimentos produzidos não se traduzem em aplicação imediata nas políticas públicas existentes nas esferas federativas e nem na escola. Tal afirmação não é uma novidade na educação e nem uma particularidade da EA. Não há, de fato, transposição direta entre academia, políticas e saberes escolares. É importante registrar, nesse sentido, que no caso da EA chama atenção a falta de interseção entre essas “instâncias” e de inserção da questão ambiental no conjunto das políticas educacionais. Mesmo com a publicação das Diretrizes Curriculares Nacionais de Educação Ambiental (Resolução CNE/CP nº 2, de 15 de junho de 2012), as bases curriculares e demais normativas da área desconsideram o debate sobre ambiente e sustentabilidade, com raras menções em princípios gerais e pouca possibilidade de materialização.

Por outro lado, na esfera federal, a Coordenação de Educação Ambiental do MEC tem na implementação do Programa Nacional de Escolas Sustentáveis sua prioridade máxima. Ele visa transformar as escolas em espaços educadores sustentáveis, em que o fazer pedagógico crie uma cultura da sustentabilidade por meio de ações em quatro eixos: currículo, edificações, relação escola-comunidade e modelo de gestão. A metodologia envolve o apoio a projetos que melhor se enquadram à proposta e aplicação da metodologia de criação de Com-Vidas e Agenda 21 escolar, que já vem sendo utilizada há mais de uma década pelo MEC. Esse tipo de política, no geral, é reproduzido nos estados, evidentemente com nuances, onde há algum grau de estruturação da área de EA no aparato estatal.

A proposta é aparentemente interessante e propicia um instigante modo integrado da prática educativa. No entanto, ela tem de ser problematizada em alguns aspectos. Ela é, por exemplo, pensada de forma dissociada de outras políticas públicas escolares, dificultando a universalização da EA e a mantendo como “algo a mais”

na escola. Além disso, ela obedece a uma lógica de parceria público-privada que fragiliza a autonomia escolar e do trabalho docente, facilitando a entrada de empresas em escolas com uma visão definida sobre o ambiente nem sempre compatível com os interesses públicos. E, por fim, ela estimula a adoção de práticas e projetos voltados para o que é consensual, evitando trazer à tona os conflitos sociais criados pelas formas desiguais no uso e apropriação dos territórios. Assim, voltando ao exemplo prático anteriormente citado, se observam estímulos a projetos de captação de água de chuva em cidades em que a redução de disponibilidade hídrica é resultado direto da implementação de grandes empreendimentos que demandam elevado volume hídrico para funcionar e que alteraram as formas de uso, a cobertura do solo e a capilaridade de água. O problema identificado nesse caso não está em se trabalhar pedagogicamente a captação de água de chuva para uso escolar ou doméstico, mas em se dissociar essa iniciativa dos determinantes da redução de disponibilidade de água para uso residencial e para a manutenção de ecossistemas, o que recai nas dicotomias antes criticadas e limita a problematização no processo educativo.

A complexidade das questões relativas às políticas públicas, que expressam correlações de forças sociais existentes na sociedade, exige um entendimento de sua dinâmica contraditória: avanços, recuos, conquistas, perdas e visões conflituosas coexistem e estabelecem as certezas e incertezas que nos motivam a agir politicamente no cotidiano e nas disputas pelos rumos e sentidos das políticas de educação ambiental no Brasil.

## **Considerações Finais**

Do ponto de vista normativo, concordante com a posição majoritária entre educadores ambientais, entendemos que a PNEA ainda se mostra oportuna, pois seu caráter orientador, mais do que dis-

ciplinador, favorece a adequação de normas específicas para cada setor de atuação e para cada esfera federativa. Nesse sentido, o que é observado como uma tensão na política é a necessidade de se intensificar processos que institucionalizem a educação ambiental e forneçam estruturas públicas que garantam sua execução. Isso envolve não somente as normas, mas a criação de estruturas de coordenação e equipes nas instituições públicas, e o fortalecimento da participação popular nas instâncias específicas da educação ambiental, como as Comissões Interinstitucionais e os conselhos de meio ambiente e de educação, existentes nos estados.

Ainda relativamente à estrutura estatal, é preciso assegurar maior articulação nos órgãos ambientais e educacionais, buscando ampliar recursos orçamentários, uma vez que, no cenário atual, são incapazes de viabilizar programas em escala nacional. Tal aspecto é crucial para se sair de uma situação que obriga as parcerias público-privadas, que não são as mais adequadas quando a autonomia e a independência das instituições de Estado são fundamentais.

Pensando em termos de pesquisa, cabe alertar para ausência de avaliação sistemática dos resultados alcançados e dos impactos dos projetos e programas escolares de educação ambiental. As avaliações tendem a impressões gerais e percepções iniciais com base em satisfação pessoal e trazem, consequentemente, pouca análise dos desdobramentos sociais dos processos educativos instituídos.

É preciso abrir um debate na sociedade sobre as intencionalidades e resultados das ações, pesquisas, projetos e programas existentes para superar a lógica do projeto *em si* ou da produção do conhecimento *em si* e para firmar a da política pública, da articulação academia-escola, da socialização de conhecimentos e práticas, estimulando a criação de alternativas viáveis e voltadas ao ambiente como bem comum.

Isso remete à necessidade de discussão sistemática na academia, escolas e movimentos sociais sobre os rumos do desenvolvimento no país e sobre qual sentido de sustentabilidade se quer promover. De um modo geral, os conceitos de sustentabilidade e de educação ambiental ficam naturalizados, colocados como um suposto consenso, levando a uma ênfase apriorística em problemas e práticas cotidianas, que são relevantes, mas que não podem apagar a discussão pública e a dimensão reflexiva do processo educativo e dos rumos da nação.



# A CHUVA ÁCIDA E O MEIO AMBIENTE: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA ENSINAR O TEMA A ALUNOS COM DEFICIÊNCIA INTELECTUAL EM UMA TURMA DE ENSINO MÉDIO REGULAR

*Verônica de Souza Mussoi  
Gabriela Salomão Alves Pinho  
Paula Macedo Lessa dos Santos*

## **Introdução**

A construção do produto em forma de um Caderno Pedagógico constituiu uma etapa da dissertação de Mestrado, vinculada ao Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Ensino de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) no Instituto de Química (MUSSOI, 2017).

Parte do material apresentado no Caderno Pedagógico está baseada em um estudo de caso na educação que, segundo Stake *apud* André (2005, p.20), é um estudo que pode se distinguir em três tipos como: o **intríseco**, quando o pesquisador tem o interesse em um caso bem específico, o **instrumental**, na medida que o caso ajudará a resolver o interesse do objeto de estudo do pesquisador, e o **coletivo**, no momento em que ocorre a existência de casos múltiplos.

Primeiramente, elaborou-se um estudo de caso na educação do tipo instrumental, para o qual segundo André (2005, p.49) “*A fase exploratória torna-se, pois, importante para delinear melhor o ob-*

*jeto de estudo.*" Essa fase exploratória foi realizada mediante entrevistas semiestruturadas junto aos setores responsáveis pelo acesso e permanência da aluna no Ensino Médio Regular.

Após a investigação acerca da existência de possíveis ferramentas pedagógicas ou algum tipo de formação continuada disponibilizados aos professores do ensino regular pela Rede Estadual de Ensino, passamos para o segundo momento da pesquisa. Essa etapa consistiu no desenvolvimento e construção de uma intervenção pedagógica que auxiliasse no ensino e aprendizagem de uma aluna com deficiência intelectual, inclusa em uma turma de segundo ano de Ensino Médio Regular. A intervenção contemplou a produção de materiais didáticos para o ensino de química, além do planejamento estratégico das aulas.

A elaboração do material fundamentou-se no princípio de que a educação especial não deve ser mantida apartada do ensino de química, assim como é importante refletir que ensinar ciência é alfabetizar o aluno para uma nova leitura do cotidiano e da sociedade.

Fazer educação através da química significa um continuado esforço em colocar a ciência a serviço da vida, na interdisciplinaridade no intercambio das ciências entre si. (CHASSOT, 2004, p.48).

Abordar um conteúdo desconexo do cotidiano do aluno é não o disponibilizar à interpretação dos fatos ocorridos na sociedade, é ignorar a heterogeneidade de uma turma e simplesmente transformar os estudantes em meros repetidores acríticos.

Trabalhar de forma inclusiva é basear-se no princípio de que todos os alunos são diferentes, uma vez que trazem consigo realidades culturais, sociais e familiares distintas. Portanto, a inclusão

de alunos com deficiência intelectual nas classes de ensino regular implicará no desenvolvimento de:

Ações adaptativas visando à flexibilização do currículo, para que ele possa ser desenvolvido de maneira efetiva em sala de aula e atender as necessidades individuais de todos os alunos (REIS e ROSS, 2008, p.15).

Posto isto, podemos observar que, no decorrer da fase exploratória do estudo de caso, constatou-se a carência de material didático e apoio institucional, ambos necessários ao professor regente de química da Rede Estadual de Ensino do Rio de Janeiro para trabalhar de forma inclusiva junto aos alunos com deficiência intelectual.

Dessa forma, produzimos um Caderno Pedagógico, norteado pela concepção Histórico Cultural que se fundamenta nos trabalhos do psicólogo Lev Vygotsky, sendo o mesmo desenvolvido no capítulo do referencial teórico.

## **Referencial teórico**

Existem diversas concepções na sociedade brasileira voltadas para as pessoas com deficiência intelectual, sendo que muitas delas as preconizam de forma classificatória, principalmente quando elas estão se referindo ao senso comum.

Segundo Silva (2006), o preconceito em relação às pessoas com deficiência é embasado pelos mecanismos de negação social, ressaltando nas diferenças, na falta, na carência ou na impossibilidade. Dessa forma, a pessoa que destoa do padrão físico ou intelectual imposto pela sociedade não estaria apta a tornar-se um cidadão crítico.

Em contrapartida, o modelo científico vigente pode ser evidenciado em função de três linhas teóricas distintas que estabelecem concepções sobre a deficiência intelectual, sendo classificadas como: Médico-psicológica, Social e Histórico-Cultural. Essas características refletem proposições científicas que conotam o processo de integração e inclusão das pessoas com deficiência na sociedade.

A concepção médico-psicológica tenta condicionar, por meio de medicalização e tratamento, a pessoa com deficiência, ao padrão dito normal. Além de classificá-la e rotulá-la, em função das próprias limitações orgânicas geradas pela deficiência, o seu desenvolvimento social.

Em detrimento à concepção médica-psicologia surge a concepção social na segunda metade do século XX, nas décadas de 60 e 70. A condição em que a sociedade se encontra em não fornecer os suportes necessários para o desenvolvimento da pessoa com deficiência começa a ser percebida.

Pautada nessa concepção, em 1970 foi criada na Inglaterra a “*Liga dos Legados Físicos Contra a Segregação*” (*Union of the Physically Impaired Against Segregation-UPIAS*) (DINIZ, 2007, p.14), sendo a primeira organização gerida por pessoas com deficiência, o que representou uma grande conquista.

Nesse momento, a pessoa com deficiência começa a ser integrada à sociedade. Anteriormente, devido à sua condição orgânica, ela ficava condicionada ao lar e à família. A partir de então, ela começa a ser percebida e inserida no meio social. Inicia-se, portanto, um rompimento das barreiras impostas pela sociedade e, dessa forma, e uma caminhada em direção à inclusão social por se tratar de uma questão de direitos humanos.

No âmbito escolar ocorre o movimento de integração, a pessoa com deficiência passa a ser inserida em classes especiais, com o objetivo de estar presente na sociedade, interagindo e integrando-se.

A concepção histórico-cultural é fundamentada nos trabalhos desenvolvidos pelo psicólogo Lev Vygotsky, que condiciona o desenvolvimento da criança com deficiência à busca de caminhos indiretos de desenvolvimento cultural para superar as dificuldades orgânicas.

Para a criança intelectualmente atrasada<sup>2</sup>, deve ser criado, em relação ao desenvolvimento de suas funções superiores de atenção e pensamento, algo que lembre o sistema Braille para a criança cega<sup>3</sup> ou a dactilologia para a muda, isto é, um sistema de caminhos indiretos de desenvolvimento cultural, quando os caminhos diretos estão impedidos devido ao defeito. (VYGOTSKY, p.870, 2011).

Vygotsky afirma que o aprendizado não está condicionado simplesmente à condição orgânica das pessoas e sim à cultura, que para ele é o “*produto da vida em sociedade e da atividade social do homem*” (VYGOTSKY, 2011, p.826).

Sendo assim, o desenvolvimento das funções psicológicas superiores das pessoas com deficiência está condicionado aos caminhos indiretos em função do impedimento do caminho direto.

[...] a criança começa a contar nos dedos quando, por não estar em condições de dar uma resposta direta à

---

<sup>2</sup> Os termos colocados na citação são os empregados na época que Vygotsky elaborava a sua pesquisa.

<sup>3</sup> Termo no momento histórico vivenciado por Vygotsky.

pergunta do professor sobre o resultado de 6 mais 2, ela conta nos dedos 6, depois 2 e diz: 8. Aqui temos novamente a estrutura do caminho indireto para a realização de determinada operação – uma conta: a criança, sem ter uma resposta pronta, automática, utiliza as próprias mãos, que antes eram para ela somente pano de fundo. (VYGOTSKY, 2011, p.864).

Esses caminhos estão vinculados ao convívio social, local em que a criança foi educada, e aos enfrentamentos orgânicos condicionados pela deficiência. Consequentemente, existe a possibilidade da compensação mediada pela interação da pessoa com deficiência com o seu grupo social.

[...] o desenvolvimento cultural é a principal esfera em que é possível compensar a deficiência. Onde não é possível avançar no desenvolvimento orgânico, abre-se um caminho sem limites para o desenvolvimento cultural. (VYGOTSKY, 2011, p. 869).

O desenvolvimento mental do aluno remete-se inicialmente ao nível de desenvolvimento real, levando em consideração a idade mental. Observando o que ele consegue realizar de forma independente, quais signos ele consegue reconhecer sem a necessidade de uma pessoa mediando a construção do significado. Sendo assim:

O primeiro nível pode ser chamado de nível de desenvolvimento real, isto é, o nível de desenvolvimento das funções mentais da criança que se estabeleceram como resultado de certos ciclos de desenvolvimento já completados. (VYGOTSKY, 1991, p.57).

O aprendizado se realiza na zona de desenvolvimento proximal que, por meio da mediação efetiva, conduzirá o aluno a funções psicológicas superiores.

[...] aspecto essencial do aprendizado é o fato de ele criar a zona de desenvolvimento proximal; ou seja, o aprendizado desperta vários processos internos de desenvolvimento, que são capazes de operar somente quando a criança interage com pessoas em seu ambiente e quando em operação com seus companheiros. (VYGOTSKY, 1991, p.60-61).

Essa mediação é realizada pelo professor nas interações sociais e no ambiente cultural vivenciado pela criança.

Torna-se inviável colocar todos os alunos com deficiência intelectual do mesmo nível de desenvolvimento em um determinado ambiente, fornecendo-lhes somente conteúdos concretos e acreditar que está contribuindo para o seu aprendizado. Metodologia essa que foi aplicada durante anos nas classes especiais.

Precisamente porque as crianças retardadas, quando deixadas a si mesmas, nunca atingirão formas bem elaboradas de pensamento abstrato, é que a escola deveria fazer todo esforço para empurrá-las nessa direção, para desenvolver nelas o que está intrinsecamente faltando no seu próprio desenvolvimento (VIGOTSKI, 1991, p.60-61).

Acreditamos que cada aluno evolui em seu desenvolvimento real numa mesma série, mas mediante a ajuda dos suportes específicos e mediação do professor, conduzindo o conteúdo à construção do pensamento - o qual podemos chamar de função psicológica

superior. Existe, dessa forma, a possibilidade de ganhos cognitivos para os alunos com deficiência intelectual.

A visão imposta pela impossibilidade em função da condição orgânica da pessoa com deficiência também é rompida pela concepção histórico-cultural. Caracterizando-se o aprendizado em função das trocas sociais, com a criação de caminhos indiretos para o desenvolvimento cultural, a fim de desenvolver as funções psicológicas superiores tais como percepção e memória.

Para a construção de caminhos indiretos, o aluno com deficiência deve ser desafiado, estimulando-se nele as formas superiores de atividades mentais e estabelecendo-se metas educacionais que promovam o seu desenvolvimento com a finalidade de compensar a condição orgânica.

É importante ressaltar que o aluno não deve ser segregado a uma classe especial, juntando-se os semelhantes e uniformizando-se todos os que pertençam ao mesmo nível de desenvolvimento. Isto porque o aprendizado dos alunos com deficiência realiza-se por meio de compensação e do seu desenvolvimento cultural.

Sendo assim, o Caderno Pedagógico foi norteado pelas concepções social e histórico-cultural possibilitando ao professor do ensino médio regular, possíveis ferramentas que viabilizem reflexões sobre o ensino e aprendizagem do aluno com deficiência intelectual incluso em uma turma de ensino médio regular.

## **Metodologia**

Em função dos enfrentamentos gerados pela falta de material pedagógico, foi realizada uma longa pesquisa de campo na qual avaliamos de que maneira a aluna estava sendo assistida pela Rede

Estadual de Ensino do Rio de Janeiro. A pesquisa completa está disponível na dissertação com o tema “*Uma proposta metodológica para ensinar o tema chuva ácida a um aluno com deficiência intelectual*” (MUSSOI, 2017).

Foi selecionado o tema chuva ácida e o meio ambiente uma vez que os conteúdos sobre funções inorgânicas estavam sendo desenvolvidos em sala de aula. Já a escolha da turma deu-se pelo fato de que nela havia uma aluna com deficiência intelectual - aluna da professora-pesquisadora em anos anteriores na mesma escola. A estudante frequentava o segundo ano do ensino médio regular aos 21 anos de idade tendo sido repetente no primeiro ano do ensino médio.

Todo o material disponibilizado para o leitor no Caderno Pedagógico foi previamente aplicado em uma turma com 34 alunos, dentre os quais, 27 apresentaram frequência superior a 75%, e cuja faixa etária era de 16 a 21 anos, incluindo-se a aluna em questão.

Houve a preocupação em mostrar ao leitor a importância de se realizar uma aula contextualizada tornando-a o fio condutor do conteúdo disciplinar. As características sociais e ambientais, tanto do local no entorno da escola quanto da região de Duque de Caxias, foram discutidas com os alunos.

## O produto

O Caderno Pedagógico “A chuva ácida e o meio ambiente: uma proposta metodológica para ensinar o tema a alunos com deficiência intelectual inclusos em uma turma de ensino médio regular” foi elaborado em 5 capítulos.

O capítulo 1 tem por foco apresentar como se processa a inclusão do aluno com deficiência intelectual na escola, a importância

do material didático em uma perspectiva inclusiva e as concepções sobre as pessoas com deficiência intelectual.

O capítulo 2 discute a relevância do tema chuva ácida no ensino de química em função da formação cidadã do aluno com deficiência.

O capítulo 3 busca apontar caminhos e estimular o professor regente a realizar uma pesquisa e desenvolver o tema considerando as características regionais e socioambientais do contexto escolar.

O capítulo 4 mostra ao leitor possibilidade de uso do material didático e a sequência das atividades elaboradas em função da condição orgânica da aluna com deficiência intelectual.

No capítulo 5 são fornecidos os detalhes para a confecção do material, que inclui: (i) a construção do simulador (Figura 1); (ii) a experimentação participativa (Figura 2); (iii) a construção dos cartões com as palavras-chave (Figura 3); (iv) a montagem das reações utilizando-se cartões e colagem (Figura 4).



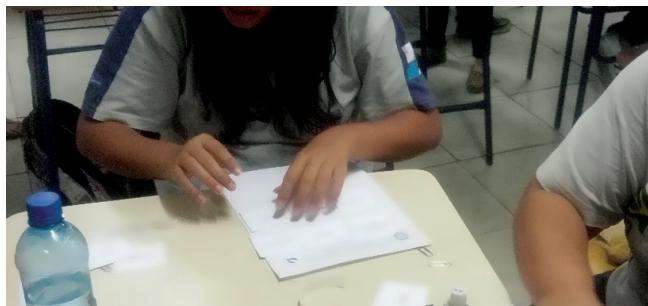
**Figura 1:** O simulador de chuva ácida.

**Fonte:** Elaborada por Verônica de Souza Mussoi.



**Figura 2:** A experimentação participativa.

**Fonte:** Elaborada por Verônica de Souza Mussoi.



**Figura 3:** Utilização dos cartões de palavras chaves.

**Fonte:** Elaborada por Verônica de Souza Mussoi.



**Figura 4:** Montagem das reações fazendo-se uso de colagem.

**Fonte:** Elaborada por Verônica de Souza Mussoi.

O Caderno Pedagógico intitulado “A chuva ácida e o meio ambiente: uma proposta metodológica para ensinar o tema a alunos com deficiência intelectual inclusos em uma turma de ensino médio regular”, está disponível no sítio do Programa de Pós-Graduação (PEQui-UFRJ) no endereço eletrônico: <<https://pequiufrj.wordpress.com/egressos/ano-2017/>>.

## Conclusão

O Caderno Pedagógico “A chuva ácida e o meio ambiente: uma proposta metodológica para ensinar o tema a alunos com deficiência intelectual inclusos em uma turma de ensino médio regular” mostrou-se uma ferramenta com diversos recursos didáticos, baseado em uma aula centrada na contextualização, por meio da experimentação com a reflexão de fatos presente no cotidiano dos alunos.

Foi possível observar que a aluna com deficiência intelectual conseguiu desenvolver as funções psicológicas superiores, auxiliada por uma mediação efetiva realizada pela docente. A aluna foi

capaz de construir modelos mentais a partir de modelos conceituais concernentes ao tema.

Estima-se que o Caderno Pedagógico possa auxiliar o docente em sala de aula a trabalhar de forma inclusiva o tema chuva ácida, abordando o conteúdo de funções inorgânicas. Dessa forma, espera-se apontar ao professor caminhos e possibilidades para realizar um bom trabalho junto aos alunos com deficiência intelectual.

Mesmo que o professor careça de preparo em sua formação para trabalhar de forma inclusiva, o produto visa auxiliá-lo com uma intervenção didática que valoriza a importância de uma aula contextualizada centrada na experimentação e com avaliações que respeitem a condição orgânica dos alunos com deficiência intelectual, sem criar barreiras intransponíveis ao ensino e aprendizado.

Em suma, com esse material o docente poderá perceber que existem caminhos para desenvolver metodologias que estimulem a curiosidade e participação dos discentes com deficiência intelectual. Uma aula inclusiva não deve focar somente na condição orgânica do aluno com deficiência intelectual e muito menos excluir os alunos ditos normais desse processo. Mas, sim, aprender que todos devem ser inclusos nas atividades a serem desenvolvidas.

## **Referências bibliográficas**

ANDRÉ, M. E. D. A. de. **Estudo de caso em pesquisa e avaliação educacional**. Brasília: Libe livros, p. 7-70, 2005.

DINIZ, D. **O que é deficiência**. 1º ed. São Paulo, Brasiliense, p.82, 2007.

CHASSOT, A. **Para que (m) é útil o ensino?** Alternativas para um ensino (de Química) mais crítico. 2º. ed, Canoas: Ed. ULBRA, p.48, 2004.

REIS, R.L. ROSS, R.P. **A inclusão do aluno com deficiência intelectual no Ensino Regular.** Disponível em <<http://www.diaA-Daeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2216-8.pdf>> acessado em janeiro de 2017.

SILVA, L.M. **O estranhamento causado pela deficiência: preconceito e experiência,** Revista Brasileira de Educação, v. 11, nº 33, 2006.

MUSSOI, V. de S. **Uma proposta metodológica para ensinar o tema chuva ácida a um aluno com deficiência intelectual.** Orientadoras: Paula Macedo Lessa dos Santos, Gabriela Salomão Alves Pinho, UFRJ-RJ, 136p. 2017. Dissertação (Mestrado profissional em Ensino de Química) Programa de Pós-graduação em Ensino de Química, Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

VYGOTSKY, L. S. **A defectologia e o estudo do desenvolvimento e da educação da criança anormal,** Educação e Pesquisa, São Paulo, v.37, n.4, p.861-870, 2011.

VYGOTSKI, L. S. **A formação social da mente.** Tradução: CIPOLLA NETO e colaboradores, 4ª edição brasileira, Livraria Martins Fontes Editora Ltda, São Paulo – SP, 1991.

# APROXIMAÇÃO DO MÉTODO JIGSAW DE APRENDIZAGEM COOPERATIVA PARA O ENSINO DE ELETROQUÍMICA NO ENSINO MÉDIO

*Walter José Teixeira Júnior  
Paula Macedo Lessa dos Santos*

## Introdução

Dentre os tópicos apresentados em química, o de eletroquímica pode ser assumido como um dos mais complexos para ser ensinado (DOYMUŞ et al, 2010; TEIXEIRA JÚNIOR e SANTOS, 2016). Para Doymus e colaboradores (2010), parte da dificuldade encontrada nesse processo está relacionada com a forma pela qual o ensino vem ocorrendo, em especial com metodologias mais centradas na figura do professor.

O insucesso do modelo de ensino apontado por Doymus e colaboradores (2010) pode estar relacionado, em certa medida, com a presença de elementos distrativos em sala de aula, com destaque especial para os *smartphones* que, por vezes, tem seu uso sem fins didáticos mais atrativos para os alunos do que a exposição de conteúdos feita pelo docente, o que também foi observado por Teixeira Júnior (2016).

Nesse sentido, pode-se entender que buscar estratégias pedagógicas que propiciem um maior envolvimento dos estudantes em

seu próprio processo de aprendizado constitui uma atribuição fundamental do professor (TEIXEIRA JÚNIOR e SANTOS, 2016).

A pesquisa voltada para métodos de ensino e aprendizagem que ocorreu durante a realização do curso de mestrado profissional em ensino de química, oferecido pelo Instituto de Química da UFRJ, levou-nos ao encontro de métodos cooperativos de aprendizagem. Em nosso trabalho, foi investigada a aplicação do método *jigsaw* de aprendizagem cooperativa.

A opção pelos métodos de aprendizagem cooperativa deu-se principalmente por entender seu potencial pedagógico a partir da discussão feita por Johnson e colaboradores (1994) sobre os motivos de seu uso generalizado tanto na educação formal como na não formal. Nessa perspectiva, esses autores enumeram três motivos principais: 1) os métodos são claramente baseados em teorias (psicologia, sociologia, antropologias, etc.); 2) são operacionalizados em procedimentos claros para o uso por educadores; 3) apresentam resultados validados por pesquisas.

Compreendendo ainda que, dentre as finalidades da educação básica, segundo a LDBN (Brasil, 1996), a formação básica para a cidadania constitui uma importante atribuição do nível educacional em questão, os métodos de aprendizagem cooperativa apresentam-se como um bom ponto de partida para a formação cidadã. Como ressaltam Johnson e colaboradores (1994), os métodos de aprendizagem cooperativa apresentam resultados positivos e objetivos variados que, a nosso ver, são essenciais para a interação social dos cidadãos. Dentre esses objetivos, podemos citar os seguintes: tratamento de problemas sociais (racismo, sexismo, etc.); problemas antisociais (delinquência, *bullying*, uso de drogas, etc.); falta de valores pró-sociais, entre outros.

Dante do que foi apresentado, o objetivo principal deste estudo foi verificar quais são os efeitos de uma intervenção pedagógica, para o ensino de eletroquímica, organizada em aproximação com o método *jigsaw* de aprendizagem cooperativa para os estudantes de uma escola da rede pública estadual no município de Nova Iguaçu-RJ.

Para responder a tal questão, adotamos alguns objetivos específicos que nortearam o trabalho: (i) elaborar e aplicar a proposta didática; (ii) verificar como foi a aceitação da proposta pelos estudantes; (iii) colher aspectos relativos ao ensino de eletroquímica e, por fim, (iv) captar indícios que remetem à aprendizagem proporcionada pela proposta.

Visando a cumprir esses objetivos, buscamos estruturar a proposta, bem como a interpretação dos dados coletados, a partir de algumas ideias fundamentais da teoria sócio-interacionista de Vygotsky. Também fundamentamos o nosso trabalho nas principais bases do método de aprendizagem cooperativa.

### **Aprendizagem cooperativa: definição e bases**

Em acordo com as ideias de Johnson, Johnson e Houbec (2010, *apud* LOPES E SILVA, 2013)<sup>4</sup> a aprendizagem cooperativa pode ser definida como um método de ensino elaborado de forma que os estudantes trabalhem conjuntamente em pequenos grupos para maximizar a aprendizagem de todos os integrantes.

Apesar da necessidade de formação de pequenos grupos para as atividades cooperativas ocorrerem, como mencionado anteriormente, Johnson e Johnson (1994) argumentam que colocar simplesmente os estudantes para trabalharem juntos não garante a realização

---

<sup>4</sup> LOPES, J.; SILVA, H. S. **A Aprendizagem Cooperativa na Sala de Aula-Um Guia Prático para o Professor.** Lisboa: Lidel, 2013.

de interações cooperativas entre os integrantes do grupo. Johnson e Johnson (1994), ainda que não garantam a interação cooperativa na totalidade dos trabalhos em grupo, orientam sobre a existência de cinco condições básicas que, ao serem levadas em conta durante a estruturação didática da atividade em grupo, aumentam as expectativas da ocorrência da aprendizagem cooperativa em detrimento de outros tipos de aprendizagem. Essas condições são:

- 1 - a interdependência positiva;
- 2 - a responsabilidade individual e de grupo;
- 3 - a interação estimuladora, preferencialmente face a face;
- 4 - as competências sociais;
- 5 - a avaliação do grupo.

### **Método *jigsaw*: estrutura original e adequações**

O método *jigsaw*, que teve sua primeira aplicação em 1971, foi originalmente proposto por Aronson e sua equipe (Jigsaw, 2000). Sua criação, que ocorreu devido a uma demanda referente a questões raciais, teve como objetivo principal o combate de conflitos gerados em uma escola de educação básica norte-americana. A opção pelo método cooperativo, por parte desses autores, vem do fato de que eles entendiam que os embates ocorridos eram potencializados por um ambiente naturalmente competitivo que o espaço escolar havia consolidado.

A organização da atividade no método *jigsaw* que, a nosso ver, possui relevância igual à própria aplicação, tem por objetivo a interdependência positiva. Sua logística de estruturação é marcada pela clareza demonstrada em cada etapa, conforme pode ser observado a seguir.

1<sup>a</sup> Etapa: seleção do assunto a ser ensinado

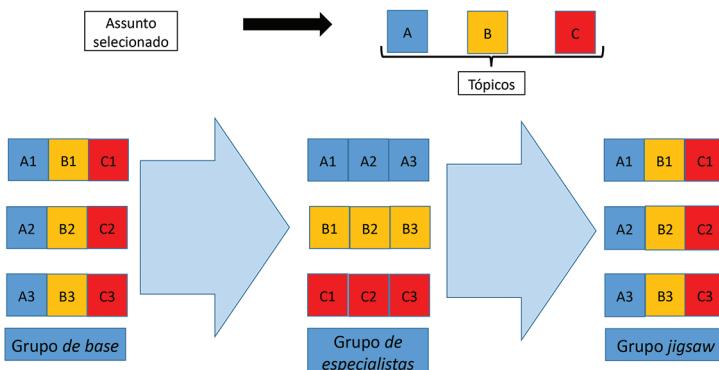
2<sup>a</sup> Etapa: divisão do assunto em tópicos, cujo número de tópicos é igual ao número de integrantes do grupo de base.

3<sup>a</sup> Etapa: Formar grupos de base e atribuir um tópico por integrante, junto com a tarefa destinada a cada um.

4<sup>a</sup> Etapa: Formar grupos de especialistas unindo, em um mesmo grupo, os estudantes responsáveis pelo mesmo tópico. Nessa etapa, os estudantes buscarão aprender o máximo possível por meio de atividades variadas.

5<sup>a</sup> Etapa: Retorno dos especialistas ao seu respectivo grupo de base para compartilhar o aprendizado.

6<sup>a</sup> Etapa: Realização de avaliação do trabalho, dada por meio de testes individuais, apresentação de seminários etc. A figura 1 ilustra a logística de estruturação do método *jigsaw*.

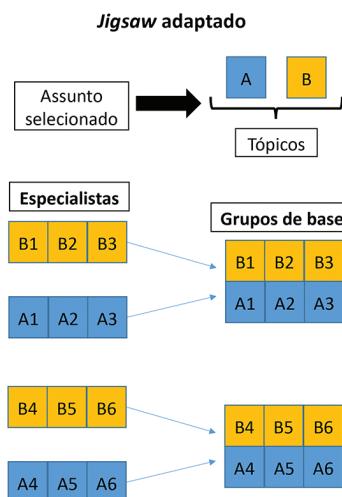


**Figura 1:** Esquema da logística do método *jigsaw*: Nesta representação cada integrante do grupo é representado por uma letra seguida de um número (ex: A1). Estudantes representados pela mesma letra são responsáveis pelo aprendizado do mesmo tópico.

Sua aplicação requer, porém, um intenso pré-trabalho por parte do professor, visto que todas as atividades destinadas aos estudantes em cada etapa (pesquisa, leitura de textos, realização de experimentos, discussões, entre outras) devem antes ser estruturadas pelo docente.

Para este trabalho, com a finalidade de tornar o método *jigsaw* mais viável à nossa realidade, realizamos um total de três alterações. A primeira delas consistiu na introdução de aulas precedentes à aplicação da atividade cooperativa. Outra modificação que merece destaque é a diminuição de etapas na logística *jigsaw*, na qual, assim como Doymus e colaboradores (2010), iniciamos a estrutura básica do método pela formação do grupo de especialistas no lugar do começo por meio da construção do grupo de base.

A última modificação realizada resume-se, semelhante ao trabalho de Elkis (2005) e Jansoon e colaboradores (2008), em inserir mais de um especialista em determinado tópico por grupo de base. Todavia nos aproximamos mais da estrutura de Jansoon e colaboradores (2008), pelo fato de os especialistas de um mesmo tópico, em um mesmo grupo de base, trabalharem também juntos no grupo de especialistas. Assim, supondo a divisão de um tema em dois tópicos distintos e que o número almejado de integrantes por grupo de especialista seja três, teríamos o esquema apresentado na figura 2 para a logística de trabalho *jigsaw*.



**Figura 2:** Esquema da logística do método *jigsaw* adaptado: O sistema de representação de alunos e subtópicos segue o mesmo modelo da figura 1.

## **Embasamento em Vygotsky**

Em virtude do importante papel que Vygotsky atribui à interação social para o desenvolvimento cognitivo, entendemos que suas ideias, em conjunto com as próprias bases da aprendizagem cooperativa, em muito poderia enriquecer as discussões, tanto na construção da proposta, quanto na interpretação dos resultados.

Para este trabalho, em meio à vasta contribuição de Vygotsky, consideraram-se relevantes a possibilidade de maior interação social entre aluno e professor; a verificação do que os estudantes são capazes de fazer apenas com ajuda docente, ou seja, o que está ou não em sua Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP); e em menor proporção – porém não menos importante, pois sua profunda análise está além do escopo deste trabalho – questões como a internalização de signos e instrumentos, bem como as operações que os estudantes são capazes de realizar com os mesmos.

## **A proposta de atividade**

O objetivo da proposta consistiu basicamente em propiciar, por meio da atividade prática em formato cooperativo, um ambiente onde os estudantes tivessem a oportunidade de trabalhar os conceitos de eletroquímica apresentados em aulas anteriores. Tal cooperação seria estabelecida pela interação, discussão e negociação significativas dentro de pequenos grupos – para resolver, da melhor forma possível, as questões apresentadas.

Nesse sentido, tivemos a necessidade de um pré-trabalho antes da implementação da atividade cooperativa. Desse modo, a metodologia elaborada consistiu em uma sequência didática de quatro aulas, tendo cem minutos cada uma. As primeiras três aulas, que foram apresentadas em formato expositivo dialogado, foram utilizadas para apresentação dos principais aspectos teóricos, fenomenoló-

gicos e representacionais do conteúdo de eletroquímica. O conteúdo trabalhado em cada aula foi apresentado na seguinte sequência:

1<sup>a</sup> aula: Revisão de estrutura atômica;

2<sup>a</sup> aula: Introdução à Eletroquímica;

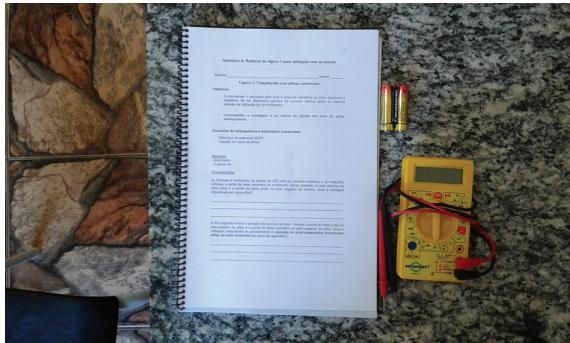
3<sup>a</sup> aula: Pilhas.

É importante destacar que cada aula foi cuidadosamente preparada, tendo parte de seus conceitos e representações apresentados com auxílio de animações ou simulações virtuais.

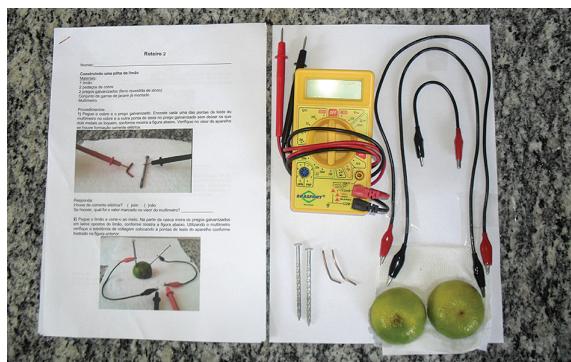
Já a quarta aula consistiu na atividade cooperativa propriamente dita. Essa atividade, cujo tema central foi pilha eletroquímica, foi estruturada de modo a favorecer a interação entre os estudantes para resolver as questões apresentadas. Para essa atividade, em acordo com a estrutura logística apresentada na figura 2, foram confeccionados roteiros e *kits* de experimentos, conforme está apresentado na figura 3.

As atividades contidas nos roteiros consistiram basicamente na resolução de problemas e questões cujas soluções estavam atreladas aos conteúdos trabalhados em aulas anteriores. Dessa forma, propiciou-se ao estudante a oportunidade de correlacionar o saber teórico para explicação dos fenômenos observados. O material do grupo de base (figura 3c), em especial, continha, além de todo o exposto anteriormente, atividades nas quais sua correta execução estava relacionada ao conhecimento do grupo de especialistas 1 e 2. Sendo esse o principal ponto que explica a necessidade da união de distintos grupos de especialistas (nesse caso os do tópico 1 e 2) para, de modo cooperativo, solucionarem da melhor forma possível as questões apresentadas (ver logística de aplicação na figura 4).

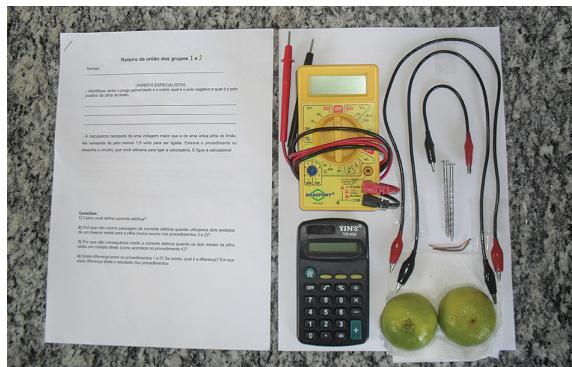
**Figura 3:** Roteiros e kits de experimentos:



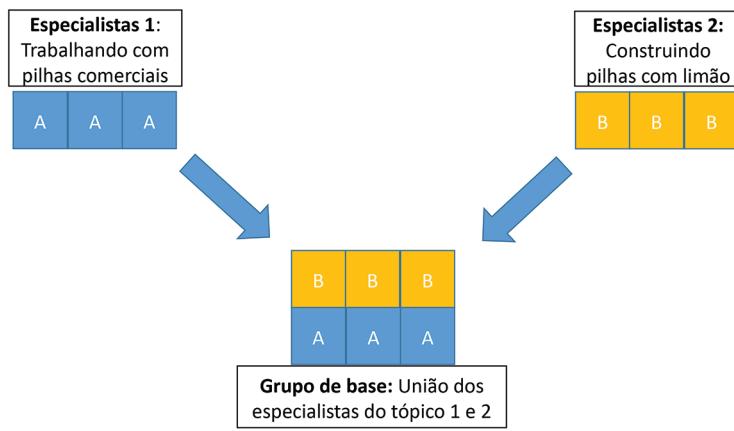
**3a)** Material de especialistas do tópico 1  
(Trabalhando com pilhas comerciais).



**3b)** Material de especialistas do tópico 2  
(confeccionando pilhas com limão).



**3c)** Material do grupo de base  
(união dos especialistas do tópico 1 e 2).



**Figura 4:** Esquema da logística do método *jigsaw* adaptado:  
união dos especialistas dos tópicos 1 e 2.

Os especialistas do tópico 1 (trabalhando com pilhas comerciais) aprenderam como medir a tensão elétrica, como identificar os polos (positivo e negativo) com o aparelho de multímetro e como realizar ligações em série de pilhas. Os especialistas do tó-

pico 2 (construindo pilhas com limão) verificaram, através do teste de diferentes formas de montagem da pilha de limão, a melhor forma para geração de corrente elétrica com tal material. Por fim o grupo de base, que unia especialista de ambos os tópicos, era o responsável por resolver problemas práticos e teóricos. Para tanto, deveriam utilizar o conhecimento dos distintos grupos de especialistas e de aulas ministradas anteriormente.

## O produto

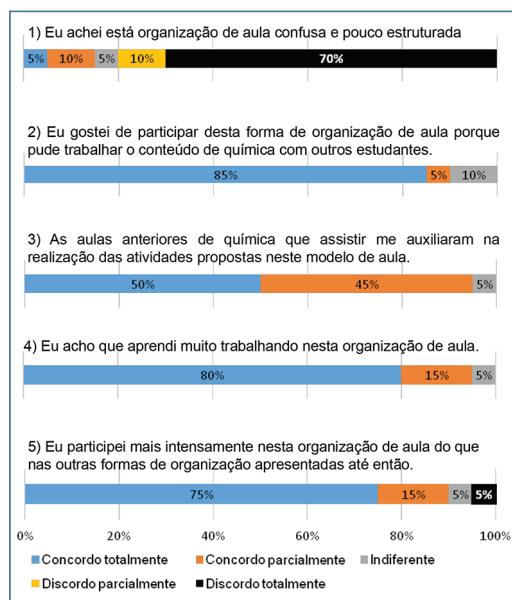
O produto gerado neste estudo, que foi um dos requisitos inerentes à modalidade de curso de mestrado profissional, constituiu-se em um livreto contendo instruções detalhadas para a confecção dos *kits*, os roteiros com gabaritos (aplicador) e sem gabarito (estudante), a indicação de possíveis locais onde encontrar os materiais, bem como a orientação de uma logística de aplicação mais detalhada do método. O material pode ser acessado em meio eletrônico através do sítio do IQ-UFRJ: <<https://www.iq.ufrj.br>> na página do Mestrado em Ensino de Química – Modalidade Profissional ou diretamente pelo endereço eletrônico: <<https://drive.google.com/file/d/0B-4oxuT-vbHIWjFZS0JlN0RidWs/view>>.

## Resultados e discussão

Esta proposta didática teve sua aplicação no segundo semestre do ano letivo de 2015, em uma turma de terceira série do ensino médio de uma escola de ensino regular da Secretaria do Estado de Educação do Rio de Janeiro (SEEDUC-RJ). A turma selecionada para aplicação tinha suas atividades desenvolvidas no turno da manhã, cuja faixa etária dos estudantes variou entre 17 a 19 anos. A seleção dessa turma deu-se de forma intencional por parte do pesquisador, que, neste caso, também era regente de química daquela classe no período em questão. O fator que mais influenciou para a escolha da

turma residiu no conhecimento que o professor/pesquisador possuía sobre a mesma. Sua ciência a respeito das habilidades sociais daquele grupo, que são habilidades imprescindíveis para um bom trabalho cooperativo, o fez optar pelo grupo.

Durante a intervenção, pode-se verificar que a atividade estruturada em aproximação com o método *jigsaw* de aprendizagem cooperativa teve boa aceitação por parte dos estudantes daquela turma, em virtude do envolvimento ao realizarem as atividades propostas. Esse fato também pode ser constatado pelo resultado obtido no questionário aplicado após a prática para avaliar as impressões dos estudantes a respeito da atividade proposta (ver figura 5).



**Figura 5:** Impressões dos estudantes com relação a atividade proposta. Questionário e figura adaptado do trabalho de Elkis (2005).

Pode-se verificar na questão 1 que 80% dos estudantes discordam em alguma medida que a atividade foi pouco estruturada e confusa. Já na questão 2, 90% dos estudantes gostaram de participar da atividade por trabalhar o conteúdo com outros estudantes. Entendemos esse resultado como positivo com relação à parte mais logística da atividade como sendo consequência da meticulosa estruturação da atividade, que buscou, da melhor maneira possível, atender às cinco condições necessárias para a ocorrência da aprendizagem cooperativa (Johnson e JOHNSON, 1994). Em especial para o cuidado com a interdependência positiva, visto pela boa aceitação do trabalho em grupo observada na questão 2.

Já na questão 3, pode-se observar que 95% dos estudantes entrevistados concordam em alguma medida que as aulas precedentes os auxiliaram para sua resolução das atividades em formato cooperativo. Entendendo que, segundo nossa leitura de Vygotsky, a resolução de problemas passa necessariamente por operações mentais com signos, a resposta positiva para as aulas anteriores pode sugerir algum nível de internalização de signos característicos daquele conteúdo.

Para a questão 4, pode-se verificar que 95% dos estudantes entrevistados concordaram, em algum grau, que aprenderam muito trabalhando naquela organização de aula. Por fim, de acordo com o resultado da questão 5, 90% dos estudantes concordaram, em algum nível, que participaram mais ativamente da atividade em formato cooperativo do que em outros formatos apresentados até então. Podemos interpretar ambos os resultados como sendo decorrência da cuidadosa estruturação da atividade. Visto que, em virtude da logística proposta, alguns estudantes foram capazes de realizar em grupo (ou com ajuda de um colega mais habilidoso) atividade que talvez não conseguissem realizar sozinhos, ou seja, atividades cujas estruturas mentais adequadas para sua resolução ainda se encontravam na zona de desenvolvimento proximal (ZDP).

Salienta-se, entretanto, a importância de uma preparação teórica e representacional antes desse tipo de atividade. Pois, como pode ser observada em uma das respostas dos grupos de base (ver tabela 1), a associação de um fenômeno à teoria que o explica não ocorreu de modo totalmente satisfatório, onde se esperava uma resposta baseada principalmente na diferença de potencial dos elétrons das espécies utilizadas.

<i>Por que não é observada a passagem de corrente elétrica quando utilizamos dois pedaços de um mesmo metal para a pilha?</i>	
<b>Grupos de Base</b>	<b>Resposta</b>
A	“É porque as cargas quando iguais se anulam”
B	“Duas cargas iguais não geram energia”
C	“Porque os dois são iguais”

**Tabela 1:** Respostas dos grupos de base para uma das questões do roteiro da 2<sup>a</sup> etapa (trabalho no grupo de base). Nesta atividade foram formados um total de 3 grupos de base (A, B e C), tendo todos a responsabilidade de resolver as mesmas tarefas.

Justificamos tal fato pela possibilidade de uma incompleta internalização de alguns signos necessários à resolução de tal problema e pela pouca experiência que os estudantes possuíam para realizar operações com os signos utilizados no tópico de eletroquímica, visto que tal conteúdo teve sua apresentação iniciada pelo docente a pouco mais de um mês.

Da perspectiva do aplicador da proposta, a utilização de atividades em formato cooperativo constituiu uma experiência bastante enriquecedora para o docente. Na medida em que, em virtude de sua característica de tornar o aluno mais ativo, pode possibilitar um maior diálogo entre aluno e professor em comparação com aulas em formatos mais expositivos.

Por fim, destacamos uma possibilidade para a valorização da figura do professor, por parte dos estudantes, durante o momento da aplicação do método. Tal fenômeno pode ser identificado à medida que o docente se afastou da figura de um simples expositor de conteúdo e se aproximou de um colaborador na construção da resposta dos alunos. Desse modo, o professor pode se libertar de uma condição em que necessita realizar constantes pedidos de atenção à aula expositiva para parcelas significativas dos alunos e alcançar outra em que suas colocações são bastante requisitadas para a construção da solução dos problemas propostos.

### **Considerações finais**

De forma geral, podemos dizer que tal estratégia atendeu em grande parte às expectativas pedagógicas, a julgar pela ótima receptividade apresentada pelos alunos em relação ao método empregado. Ressalta-se, entretanto, o cuidado com o ensino teórico e representacional do tema para que essa estratégia seja mais efetiva com relação ao aprendizado dos estudantes.

### **Referências bibliográficas**

BRASIL. [Lei Darcy Ribeiro (1996)]. **LDB : Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional : lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.** 7. ed. – Brasília : Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2012.

DOYmus, K.; KARACOP, A.; SIMSEK, U. **Effects of Jigsaw and Animation Techniques on Students' Understanding of Concepts and Subjects in Electrochemistry.** Educational Technology Research and Development, v. 58, n. 6, p. 671-691, 2010

EILKS, I. **Experiences and Reflections about Teaching Atomic Structure in a Jigsaw Classroom in Lower Secondary School Chemistry Lessons.** Journal of Chemical Education, v. 82, n. 2, p. 313, 2005

JANSOON, N.; SOMSOOK, E.; COLL, R. K. **Thai Undergraduate Chemistry Practical Learning Experiences Using the Jigsaw IV Method.** Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia. v. 31, n. 2, p. 178-200, 2008

JIGSAW. **The Jigsaw Classroom.** Disponível em <<https://www.jigsaw.org/>> Todos os direitos reservados a Social Psychology Network: 2000-2018. Acessado em julho de 2014.

JOHNSON, D.W; JOHNSON, R.T. **AN OVERVIEW OF COOPERATIVE LEARNING.** *Creativity and Collaborative Learning*, 1994.

LOPES, J.; SILVA, H. S. **A Aprendizagem Cooperativa na Sala de Aula-Um Guia Prático para o Professor.** Lisboa: Lidel, 2013.

TEIXEIRA JÚNIOR, W. J. **Aproximação do método jigsaw de aprendizagem cooperativa para no ensino de eletroquímica no ensino médio.** 2016. 199 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Química) — Instituto de Química, Universidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

TEIXEIRA JÚNIOR, W. J.; SANTOS, P. M. L. **Aproximação do método jigsaw de aprendizagem cooperativa para no ensino de eletroquímica no ensino médio.** In: ENEQ,18., 2016, Santa Catarina. **Anais eletrônicos...** Santa Catarina: UFSC, 2016. Disponível em: <[goo.gl/JGAQzv](http://goo.gl/JGAQzv)>. Acesso em: jan. 2017.

# CONSIDERAÇÕES SOBRE O USO DE UM CONTO DE FICÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO DE QUÍMICA: RADIOATIVIDADE

*Pablo Wolf Oliveira  
Nadja Paraense dos Santos*

## Introdução

Neste trabalho é proposta a utilização de um conto de ficção científica para a integração de conhecimentos e a reflexão sobre o uso da ciência e a responsabilidade social e ética desse uso com consequências para o ambiente e, logo, para os seres humanos. Por meio dessa integração, espera-se contribuir para a diminuição das lacunas existentes entre ciência, literatura e humanismo no espaço escolar.

Para Santos e Schnetzler (1996), o ensino de Química tem função social quando leva o aluno a compreender a realidade, avaliar implicações sociais sobre o uso da tecnologia e ser capaz de tomar decisões visando a uma sociedade melhor.

Morin (2005) propõe o desafio cultural, entendendo-o como a busca pela união entre a cultura humanística, que se refere ao saber geral e ao pensar sobre as interrogações humanas, e a cultura científica, que se refere ao saber especializado que leva a descobertas, mas não reflete sobre o destino humano e o futuro da ciência, afirmindo a importância das duas.

É possível “*pensar a própria Ciência como uma forma de cultura, manifestação de um grupo social, e como parte da cultura de uma sociedade*” (GURGEL; WATANABE, 2017, p. 25).

Silveira (2013) cita algumas razões para o uso de textos literários no ensino de Química: a possibilidade de humanizar a ciência; inserir o conhecimento científico em uma realidade complexa que vai além do conhecimento da disciplina de estudo; estimular a leitura e permitir a vivência de situações que vão além do conhecimento científico.

Piassi (2015) defende que o uso da literatura de ficção científica no ensino de ciências não é apenas um motivador. Por meio desse uso é possível trabalhar questões científicas de interesse, estabelecer conexões sociais e, através do processo de problematização, conduzir o aluno a partir de uma cultura simples para uma cultura mais elaborada, em que o estudante é levado a compreensões que vão além do senso comum.

A obra de ficção científica pode ser encarada também como forma de expressão de discursos sobre a ciência, à medida que expressa questões científicas que influenciam a sociedade e de veiculação de “*posições, ideias e debates em torno de temas científicos atuais*”, empregando “*uma racionalidade do tipo científica para produzir conjecturas sobre a realidade*” (PIASSI; PIETROCOLA, 2009, p. 526, 528). Piassi e Pietrocola (op. cit.) explicitam razões para o uso de narrativas de ficção científica, diferenciando-o do uso de textos não-literários: maior envolvimento do leitor com as formas de expressão e com a história contada; presença contundente de sentimentos que estimulam a imaginação e a criatividade; estabelecimento de um diálogo entre razão e emoção. “*É na leitura crítica que a irreabilidade da ficção se torna realidade sociocultural, já que toda obra literária fala da experiência humana de forma legítima, travestindo a realidade em fantasia.*” (id. p. 538).

É possível pensar no uso de um texto de ficção científica para potencializar a aproximação entre as duas culturas. À medida que essa ficção se relaciona com a realidade, são estimuladas a imaginação, a reflexão, o senso crítico e a percepção dessa realidade, de uma forma mais profunda e viva, e o estabelecimento de sentidos extraídos do texto, a partir de possíveis entendimentos e interpretações do leitor. Para o estudante, é um caminho para a percepção e o entendimento da realidade, que oferece possibilidades de envolvimento que vão além do uso da razão.

Neste trabalho, as reflexões em torno do uso da literatura como forma de buscar uma aproximação entre as duas culturas são feitas de acordo com a meta de abordar o tema radioatividade.

Sendo assim, o objetivo do presente trabalho é discutir o potencial pedagógico do uso de um conto de ficção científica no ensino de radioatividade, buscando interfaces entre as duas culturas, a científica e a humanística, a partir das ideias dos estudantes.

## **Metodologia**

O presente trabalho fomenta o ensino do tema radioatividade a partir do conto de ficção científica *Água de Nagasáqui*, escrito em 1965 por Domingos Carvalho da Silva (1915-2003), escritor português que veio para o Brasil em 1924 e foi membro da Academia Brasileira de Letras (CAUSO, 2007).

Esse conto é uma narrativa sobre os fatos descritos na carta de Takeo Matusaki - um sobrevivente do lançamento de bomba atômica na Segunda Guerra Mundial, de uma cidade próxima a Nagasáqui -, que bebe a água de um riacho e come os frutos de uma árvore da região. Desde então, a radiação passa a ser a causa da morte de várias pessoas, por terem bebido a água e os frutos “nagasaquianos”. Assim, o personagem descreve:

Meteram-me numa ambulância, talvez para que, confinado em alguma cela de cimento, eu acabasse os meus dias. (...) Num dos meus camarotes de classe geral eu repousava com este esqueleto radioativo que continuava a luzir dentro de mim. (SILVA, 2007, p. 71).

Causo (2007) explica que este é um conto característico da chamada Primeira Onda da Ficção Científica Brasileira, que vai de 1958 a 1971, período fecundo em produções na área.

A narrativa traz um quadro desolador em relação ao uso da energia nuclear e, com isso o leitor em sala de aula, ao pensar na problemática real trazida pela ficção, pode ser levado a refletir sobre o papel da ciência na sociedade. O autor, ao trazer esse quadro no conto, possibilita o pensar na finalidade da utilização do conhecimento científico e nas consequências do mau uso.

O conto foi trabalhado com duas turmas de segundo ano do ensino médio integrado em Química, ou seja, os alunos têm a formação básica integrada ao ensino profissional do curso técnico em Química. A faixa etária dos alunos é de 15 a 18 anos. Houve a participação de 16 alunos da turma A e 18 alunos da turma B.

O procedimento realizado em sala de aula foi o seguinte:

- 1) leu-se o conto em uma roda de leitura feita com os alunos e com o professor; o professor e cada um dos alunos leram dois parágrafos; quando a leitura chegou no último aluno, a continuidade da leitura se deu da mesma forma com cada um lendo novamente para dar continuidade ao texto;
- 2) o professor solicitou que cada um dos alunos escrevesse sobre quatro aspectos relacionados ao texto: o que chamou a

atenção no texto; dúvidas e questões que o texto despertou; o que foi entendido; o que é ficção e o que pode ser real no texto; 3) o professor abriu espaço para os alunos falarem sobre o que escreveram e procurou explicar alguns conceitos referentes ao tema radioatividade, bem como realizar uma abordagem humanística e relacioná-lo com o texto.

A partir dessa experiência em sala de aula, com base no procedimento 2, procurou-se obter dados que mostrassem como os alunos entenderam o conto, a partir de seus conhecimentos prévios sobre o tema radioatividade. Esperava-se que a relação entre esses conhecimentos prévios e o entendimento do conto oferecesse subsídios para que o professor pudesse pensar em uma prática de ensino que levasse os alunos a repensarem e ampliarem seus conhecimentos sobre o tema, ao vislumbrá-lo a partir de questões científicas e humanísticas e, assim, contribuir para a construção de uma cultura mais elaborada que respondesse a essas questões.

Selecionaram-se algumas respostas dos alunos ao procedimento 2 para discussão e reflexão, procurando-se priorizar as falas que melhor contribuam para os seguintes aspectos: trabalhar as questões humanísticas envolvidas; trabalhar conteúdos científicos e subsidiar o conhecimento sobre a aplicação do conhecimento científico para o ser humano.

O trabalho com os alunos em torno do texto contemplou tanto conhecimentos científicos quanto aspectos humanísticos (tais quais causas e consequências do lançamento das bombas atômicas e ética na pesquisa científica). As discussões do presente trabalho serão feitas no sentido de mostrar esses conhecimentos envolvidos e refletir se tais conhecimentos foram de fato levantados por parte dos alunos a partir da leitura do texto e trabalhado por parte do professor, em uma perspectiva de apresentar os conceitos científicos e de fomentar uma compreensão da realidade de forma mais ampla.

## O produto

Espera-se que o presente trabalho contribua para a elaboração de um produto didático, um Caderno Pedagógico para o professor. Este caderno terá como objetivo apresentar orientações com relação ao uso do texto literário aqui trabalhado em aulas de Química, contemplando uma fundamentação teórica para o professor e sugestões de atividades a serem realizadas com o aluno.

A fundamentação teórica consistirá na explanação dos ganhos pedagógicos referentes ao uso do texto em aulas de Química, contemplando a formação científica e humanística do estudante de forma mais integrada.

As sugestões de atividades trarão tarefas em que os estudantes serão solicitados a expressarem, de forma oral e escrita, o próprio entendimento do texto, as questões que lhe foram despertadas, questões referentes ao contexto histórico, social e ambiental envolvido no texto e perguntas sobre conceitos científicos presentes no texto ou que podem ser relacionadas a ele. As falas dos estudantes nesse trabalho, aliadas à pesquisa bibliográfica do autor, quando proporcionarem elementos que ajudem a integrar as duas culturas em aulas de Química, poderão ser usadas na elaboração das atividades a serem propostas no Caderno Pedagógico.

## Resultados e discussões

A maioria dos estudantes questionou o fato de o protagonista ter sido contaminado pela água e pelos frutos “nagasakiados”, ter sobrevivido por bastante tempo, morrendo assassinado, em contraponto ao fato de a radiação ter matado tantas pessoas. Os estudantes perceberam que o protagonista não poderia estar, na vida real, imune aos efeitos da radioatividade. Um aluno, por exemplo, indagou: “*Por que Matsumaki não morreu no final por conta do fruto e da bebida radioativa?*”.

O adjetivo radioativo usado pelo aluno pode nos levar a pensar se ele o usou no sentido de o fruto e a água terem se tornado fontes de radiação ou se foram contaminados por isótopos radioativos. Observou-se que alguns alunos consideraram como um fenômeno real o fato de o personagem ter se tornado uma fonte de radiação por ter recebido a radiação. Um aluno colocou o seguinte: “*A realidade apresentada no texto refere-se somente à fonte radioativa que é o esqueleto do protagonista*”. Outro aluno cita: “*É real o protagonista virar uma fonte viva de radiação e contaminar outras pessoas*”. Outro ainda escreve como sendo realidade: “*Ele pode transportar radiação*”. Porém nem todos concordam com esse pensamento. Um aluno escreve: “*(...) a parte fictícia do texto é a de que Takeo é uma fonte de radiação ambulante e é imune à mesma.*” Outro afirma: “*A parte da sobrevivência do protagonista após ser exposto à radiação (...) e ser uma fonte de radiação ambulante me parece mais ficção*”.

Percebe-se a importância de discutir a diferença entre irradiação e contaminação. Segundo Rodrigues Júnior (2007), não há como estocar radiação. Assim, um ser vivo não irá ser contaminado ao estar perto de alguém que sofreu os efeitos da radiação que vem de uma fonte, mas é preciso ter cuidado com a contaminação radioativa. Rodrigues Júnior (2007) esclarece que um objeto ou ser vivo pode ser impregnado por material radioativo que vazou para o meio ambiente. Então, tanto este objeto quanto os que estiverem em torno dele sofrerão os efeitos da radiação. Pontuou-se para os alunos que, se os materiais irradiados se tornassem fontes de radiação, não teríamos a irradiação de alimentos como forma de desinfecção e preservação dos mesmos.

Dúvidas sobre a questão da contaminação foram colocadas. Um aluno, por exemplo, indagou: “*Um lugar já contaminado pode deixar de ser contaminado?*” Outro questionou: “*Ele (o protagonista)*

*nista) pode emitir radiação mesmo morto (acho que sim)? Por tanto tempo?".* A primeira pergunta remete à possibilidade de descontaminação radioativa dos lugares contaminados pela bomba lançada em Nagasaki, enquanto a segunda ao fato de que no conto, ao ser assassinado e enterrado, o zelador do cemitério é morto pela radiação e as plantas ao redor também são afetadas.

A partir desses questionamentos, trabalhou-se formas de isolamento de materiais contaminados, tempo de meia-vida de isótopos radioativos (conceito importante para que o aluno entenda que a recuperação do local depende do tempo de meia vida dos radioisótopos) e determinação da idade de fósseis por carbono -14 (radioativo).

Considerando Takeo uma fonte de radiação, poderíamos dizer que, com a sua morte, ele sofreria um processo de decaimento radioativo, atingindo os materiais ao seu redor caso não seja isolado. Considerando que ele não seja uma fonte de radiação, mas esteja contaminado com isótopos radioativos, ele morto também ofereceria perigo para quem estivesse próximo, pois o material impregnado nele também estaria sofrendo um processo de decaimento radioativo.

Alguns alunos destacaram aspectos humanos, como a história trágica de Nagasaki, a contaminação no Japão e as várias consequências das guerras, a cultura japonesa descrita no texto, o desenvolvimento de um “assunto sério” através da ficção, a dor da solidão e da perda de entes queridos, o alto índice de mortes no conto, a forma como as pessoas morreram, a narrativa envolvente, o fato de a radiação afetar o meio ambiente. No entendimento do conto por um dos alunos, é colocado: “(...) quando o protagonista era pequeno decidiu alimentar-se dos frutos radioativos e essa decisão acarretou diversos problemas físicos e psicológicos para todas as pessoas relacionadas a ele”. Outro aluno escreveu: “(...) entendi que o desastre ocorrido em Nagasaki impactou o mundo e deixou

*um buraco enorme no orgulho dos japoneses". Em outra escrita temos: "(...) que bombas nucleares são ameaças não só à natureza, gerando mudanças nos aspectos físico-químicos das plantas, frutos, solos, água entre outros, mas também ameaça a espécie humana".*

Percebe-se aqui que alguns alunos levantaram considerações sobre questões humanas, embora tenha ocorrido um maior número de colocações voltadas aos aspectos científicos.

Levando em conta as colocações citadas, sugere-se trabalhar as seguintes questões: Por que foram lançadas essas bombas atômicas? O que aconteceu no Japão após esse evento? Existem limites que devem ser colocados para a pesquisa científica?

Segundo Mourão (2005), embora as fontes oficiais norte-americanas na época do lançamento das bombas afirmassem que esse fato ocorreu para dar fim à guerra e salvar vidas, o triste episódio aconteceu, na verdade, para mostrar a supremacia dos Estados Unidos e marcar o início da Guerra Fria, tendo como uma das consequências a morte de mais de 700 mil japoneses.

Para conter o imperialismo japonês, os Estados Unidos e a Inglaterra, por meio de um embargo econômico, privaram o Japão de petróleo e aço. Em contrapartida, o Japão ataca a base naval de Pearl Harbor, no Havaí. A partir de então, os EUA passam a investir pesado na construção de armas nucleares, através do Projeto Manhattan e em 1945, apesar da fragilidade do Japão no final da guerra, lançam as bombas.

A atuação de cientistas e engenheiros no Projeto Manhattan foi intensa. Mourão (2005) explica que cientistas judeus como Einstein e Born deixaram a Alemanha e foram para Inglaterra, Estados Unidos e União Soviética, por não estarem de acordo com o regime nazista,

e essa fuga foi importante para o desenvolvimento do projeto Manhattan. Também exemplifica a atuação de alguns cientistas nesses acontecimentos, como por exemplo, a de Einstein, que alertou o presidente Roosevelt sobre o perigo do desenvolvimento de armas atômicas pelos nazistas, mas não contribuiu pessoalmente para o projeto atômico norte-americano. Como também a de Leo Szilard, que atuou diretamente no desenvolvimento da bomba atômica, mas não apoiou o lançamento nas cidades de Hiroshima e Nagasaki, tentando convencer o presidente Truman dos perigos das armas nucleares.

É preciso pensar na importância da ética que envolve a pesquisa científica, da tomada de decisões e da existência de instituições que controlem a aplicação da energia nuclear. Os fatos históricos podem ajudar a apoiar essa reflexão e a ajudar no desenvolvimento da função social do ensino de Química, conforme preconiza Santos e Schnetzler (1996).

É fato o efeito devastador das bombas atômicas no ambiente e na saúde humana, mesmo com o passar dos anos. Okuno (2015) cita o aumento de casos de leucemia no Japão no período de dois a oito anos após o bombardeio e cita o exemplo da menina Sadako, que recebe alta dose de radiação gerada no bombardeio e morre aos doze anos de leucemia, mas que mostrara uma atitude esperançosa diante da vida ao estar firme no propósito de viver ao fazer 644 origamis de cegonha acreditando que ao chegar a dobrar a milésima cegonha obteria a cura. Na cultura japonesa, a ave que simboliza sorte e longevidade é o grou, parecida com uma cegonha. Na economia, o Japão passou por um processo de recuperação sofrendo as intervenções dos Estados Unidos.

As questões e discussões que podem ser trabalhadas com os alunos a partir desse conto possibilitam uma aproximação entre as duas culturas, conforme preconizava Morin (2005), como também

abrem espaço para que o estudante comece a perceber que a ciência também é parte integrante da cultura humana.

Além disso, o trabalho do professor com as concepções dos alunos sobre a radioatividade a partir da leitura do conto possibilita que ideias partidas do senso comum, como por exemplo a crença de que um objeto se torna radioativo ao receber radiação, possam ser reformulados, abrindo espaço para a construção da chamada cultura elaborada.

Entretanto coloca-se como crítica ao trabalho feito em sala de aula o fato de as discussões com os alunos terem se voltado mais para os aspectos dos conceitos científicos do que para a cultura humanística. As considerações dos alunos, em sua maioria voltaram-se para a parte científica e faltou também ao professor destacar e desenvolver melhor em sala de aula as considerações humanísticas, tais como a questão histórica e a discussão ética, bem como incentivar mais o desenvolvimento das mesmas e levantar questões. Todavia, discutiu-se, por iniciativa dos alunos, o caso brasileiro do célio 137, no qual dois homens à procura de ferro velho para vender encontraram um bloco metálico contendo cloreto de célio radioativo, descartado inadequadamente por um instituto de radioterapia. Embora a curiosidade inicial em torno do caso tenha se voltado para a forma como ocorreu a contaminação, o professor falou também sobre a responsabilidade com relação ao descarte do lixo radioativo e ao uso da energia nuclear. Vale destacar que a introdução do caso brasileiro na discussão aproxima a narrativa da realidade, contribuindo para o desenvolvimento da aula. Contudo poderia ter sido dado um enfoque social ao fato, discutindo-se a relação entre condições socioeconômicas e conhecimento científico dos dois homens do caso.

Considerando esses resultados, é possível apontar que a dificuldade em se trabalhar a cultura humanística em uma aula de Química está ligada ao fato de as duas culturas estarem ainda muito separadas

no cotidiano escolar. É necessário que haja a constante realização de trabalhos que integrem conhecimentos e disciplinas e levem alunos e professores a entenderem a realidade utilizando diferentes saberes.

A aplicação do Caderno Pedagógico a ser elaborado pode ser uma forma de contornar a dificuldade apresentada de maior integração entre as duas culturas em aulas de Química, pois poderão direcionar os pensamentos de alunos e professores para esse caminho. Dessa forma, o Caderno Pedagógico poderá conter diferentes atividades, tais como:

- a) Retire do início do conto o trecho que fala sobre o perigo de as pessoas não se aproximarem das cidades atingidas pelas bombas e pesquise para explicar as causas para esse alerta, as consequências dessa aproximação e as medidas tomadas pelo Japão após a tragédia.
- b) Considere o seguinte trecho do conto: “*E quando saí de lá para ocupar um emprego (...) deixei mais dois na enfermaria. Para mim, o pó da morte já havia se espalhado (...) e todos nós seríamos nagasaquiados.*” Esse trecho pode ser tomado como uma verdade científica e ser utilizado para justificar o não acolhimento de pessoas vindas de lugares que sofreram com tragédias nucleares? Explique.

A primeira atividade (a) envolve conceitos referentes à constituição das partículas radioativas e os efeitos ambientais, de forma geral, e no ser humano, em particular. Além de levar o aluno a refletir que as medidas escolhidas para tentar solucionar o problema dependem de conhecimentos científicos e de fatores político-econômicos. O trecho a ser destacado deve ser: “*Eu e outros meninotes começamos a nos aproximar (...), embora tal coisa fosse ferozmente proibida*”.

A segunda atividade (b) envolve identificação de ficção e realidade no conto e conhecimentos sobre irradiação e contamina-

ção radioativa para ajudar na tomada de uma posição em relação a uma questão ética e humanitária pertinente em um mundo de conflitos e com grande fluxo de pessoas entre diferentes cidades, estados e países.

### **Considerações finais**

Este trabalho pontuou possibilidades de se trabalhar, a partir de um conto de ficção científica, questões relevantes tanto dentro da cultura científica quanto na cultura humanística, questões essas que não fazem parte de apenas uma área de conhecimento.

Mostrou-se uma pesquisa em ensino com estudantes, concluindo que é preciso estabelecer relações mais fortes entre as duas culturas, a científica e a humanística, durante as aulas para atender de forma mais significativa a proposta desenvolvida.

Sendo assim, este texto é um aceite ao desafio cultural proposto por Morin (2005), que é a busca pela união entre a cultura científica e a cultura das humanidades.

Espera-se que o produto em desenvolvimento aqui mostrado contribua para uma formação humanística do estudante, ao mesmo tempo em que os conteúdos científicos são construídos.

### **Referências bibliográficas**

CAUSO, Roberto de Sousa (ed.). *Os melhores contos brasileiros de ficção científica*. São Paulo: Devir,2007.

GURGEL, Ivã. WATANABE, Graciella. *A elaboração de narrativas em aulas de Física. A aprendizagem em Ciências como Manifestação Cultural*. São Paulo: livraria da Física, 2017.

MORIN, Edgar. *A cabeça bem-feita. Repensar a reforma. Reforçar o pensamento.* 11 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil,2005.

MOURÃO, Ronaldo Rogério de Freitas.Hiroshima e Nagasaki: razões para experimentar a nova arma.*Scientle Studia*.São Paulo, v.3, n.4, p.683-710,2005.Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1678-31662005000400011](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-31662005000400011). Acesso em: 13 março 2018.

OKUNO, Emico. As bombas atômicas podem dizimar a humanidade.*Estudos Avançados* 29(84).Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142015000200209](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142015000200209). Acesso em: 14 março 2018.

PIASSI, Luis Paulo de Carvalho. A ficção científica como elemento de problematização na educação em ciências. *Ciência e Educação*. Bauru, v.21, n.3, p.783-798,2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v21n3/1516-7313-ciedu-21-03-0783.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2017.

PIASSI, Luis Paulo de Carvalho; PIETROCOLA, Maurício. Ficção científica e ensino de ciências: para além do método de encontrar erros em filmes. *Educação e Pesquisa*.São Paulo, v.35, n.3,p.525-540,2009.

RODRIGUES JÚNIOR, Ary de Araújo. O que é irradiação? E contaminação radioativa? Vamos esclarecer? *Física na escola*. v. 8, n.2, 2007.

SANTOS, Wildson Luiz P. dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. Função social. O que significa ensino de Química para formar o cidadão?*Química Nova na escola*. n.4, novembro 1996.

SILVA, Domingos Carvalho da. Água de Nagasáqui. In: CAUSO, Roberto de Sousa (ed.). *Os melhores contos brasileiros de ficção científica*. São Paulo: Devir, 2007.

SILVEIRA, Marcelo Pimentel da. *Literatura e Ciência: Monteiro Lobato e o ensino de Química*. 2013. 297 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo.



# UMA BREVE HISTÓRIA DO ÁTOMO E SEUS MODELOS: UMA POSSÍVEL CONTRIBUIÇÃO À HISTÓRIA DA QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO

*Marcelo Delena Trancoso  
Nadja Paraense dos Santos*

## Resumo

Esse trabalho foi apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Química da UFRJ (PEQui/UFRJ). Teve como objetivo mostrar a importância do uso da História da Ciência nas aulas de química do ensino médio, como instrumento facilitador da aprendizagem, além de apontar as dificuldades encontradas pelos professores que desejam trabalhar esse tema. A pesquisa baseou-se na leitura e interpretação de diversos autores que atuam na interface entre história e ensino de química. O material de base foi recolhido na análise de livros do Programa Nacional do Livro Didático – PNLD, que geralmente apresentam uma história distorcida e simplificada. Como contribuição para a problemática da abordagem histórica, foi elaborado um caderno temático intitulado *Uma breve história do átomo e seus modelos*. O material apresenta informações sobre a vida, o trabalho, acontecimentos socioeconômicos, políticos, religiosos e outros, que influenciaram nas pesquisas sobre a Estrutura Atômica e Modelos Atômicos, realizadas por Dalton, Goldstein, Thomson, Rutherford, Bohr e Chadwick. Em suas 75 páginas, o caderno contém, ainda, imagens e citações cruzadas; menciona os

primeiros atomistas, pesquisas sobre eletricidade e contribuições de outros cientistas nas pesquisas atômicas. Depois de concluído, a viabilidade do caderno foi testada junto a professores e alunos.

Palavras-Chave: história da química, estrutura atômica, ensino.

## **Introdução**

A atual sociedade parece priorizar, cada vez mais, a rapidez, a produção em grandes quantidades e o imediatismo, pouco se preocupando com o passado. Pessoas que usam computadores e *internet* sequer pensam que os programas e a eletricidade que fazem aquela máquina funcionar e as redes sociais que acessam constantemente, foram criados por alguém que teve um local e data de nascimento, estudou, tinha gostos, desejos, uma vida e uma história. Fato análogo acontece no estudo das ciências, em que o aluno, geralmente, não imagina que os cientistas, citados nos conteúdos estudados, tiveram uma vida além do estudo, da pesquisa e que podem ter realizado trabalhos em outras áreas do conhecimento. O aprendiz costuma ver as ciências de forma isolada e os cientistas como pessoas especiais, que mais parecem viver num mundo diferente do seu. Essas visões da ciência interferem na vida escolar do aluno, pois dificulta o seu aprendizado.

Visando a modificar esse quadro, acredita-se que trabalhar um conteúdo histórico nas aulas promove a interação das ciências com outras disciplinas e um vínculo com a sociedade e a cultura, humanizando as ciências, deixando as aulas mais agradáveis e facilitando o aprendizado, como cita Matthews (1995, p.165):

A história, a filosofia e a sociologia (...) podem humanizar as ciências e aproximar-as dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; podem tornar as aulas de ciências mais

desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; podem contribuir para um entendimento mais integral de matéria científica, isto é, podem contribuir para a superação do mar de falta de significação que se diz ter inundado as salas de aula de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam (...).

Embora a ciência seja o principal pilar de toda a tecnologia, constantemente presente na sociedade atual, o saber científico é algo visto a grande distância. A humanização das ciências pode aproximar o aprendiz das ciências, reduzindo essa distância, pois torna mais fácil o acesso aos conhecimentos científicos.

Contudo a História da Ciência, isoladamente, não resolverá todas as dificuldades dos alunos. Ela pode contribuir para o aprendizado, mas não substitui a motivação do professor, a realização de aulas experimentais, o uso da interdisciplinaridade e outros tantos artifícios utilizados para facilitar a compreensão.

Este trabalho foi desenvolvido acreditando que abordar a História da Ciência pode tornar as aulas mais agradáveis e atraentes e, com isso, aproximar o aprendiz das ciências, colaborando para aumentar seu interesse e motivá-lo ao estudo.

Para isso, foi elaborado um caderno temático que relata parte da vida e obra de seis pesquisadores que contribuíram para o que se sabe, atualmente, sobre a Estrutura Atômica e Modelos Atômicos que, geralmente, não é mostrada nos livros didáticos.

### **Ensino de ciências e História da Ciência**

A História da Ciência está diretamente ligada ao desenvolvimento da humanidade. Não se pode estudar ciências sem relacioná-la ao

momento histórico, político, econômico e social da época em que os cientistas desenvolveram suas pesquisas, bem como sua nacionalidade e opções políticas. Um contexto histórico não pode ser trabalhado de forma isolada. Não se pode abordar somente a história da biologia, da física, da matemática ou da química, e nem o somatório dessas ciências compõem a História da Ciência. Trabalhar um contexto histórico das ciências engloba diversas outras histórias, como a história da alquimia, da filosofia, das religiões, das magias, da humanidade; abordadas nos seus aspectos sociais, políticos, econômicos e culturais (CHASSOT, 1995, p.53).

Um dos autores desse trabalho atua no ensino de química nos níveis médio e fundamental e observou que, ao abordar aspectos históricos nas aulas, despertava a curiosidade dos alunos, tanto pela parte histórica, quanto pelo tema que era abordado. Entretanto, muitas vezes, alguns alunos faziam perguntas às quais o autor não tinha respostas. Ao pesquisar sobre as curiosidades dos alunos, visando a esclarecer-las – seja em livros didáticos, seja em artigos e outros –, observou que, por várias vezes, não encontrava respostas ou localizava informações diversas e desencontradas, constatando que a pesquisa em História da Ciência apresenta bastante dificuldades.

Roberto de Andrade Martins (2006, p.37), um conhecido pesquisador da História da Ciência, identifica as três principais barreiras para trabalhar um conteúdo histórico, como sendo:

- (1) a carência de um número suficiente de professores com a formação adequada para pesquisar e ensinar de forma correta a história das ciências;
- (2) a falta de material didático adequado (textos sobre história da ciência) que possa ser utilizado no ensino; e
- (3) equívocos a respeito da própria natureza da história da ciência e seu uso na educação.

O pesquisador acrescenta que existe muito material para a História da Ciência, porém é um tipo de material não adequado e, até mesmo, de qualidade duvidosa (MARTINS, 2006, p.38).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio – PC-NEM (BRASIL, 1999), as Orientações Complementares aos PC-NEM – PCNs+ (BRASIL, 2002) e as Orientações Curriculares para o Ensino Médio – OCEM (BRASIL, 2006), apontam a contextualização sócio-histórica como fator essencial para o ensino de ciências e orientam que a História da Ciência deve permear todo o ensino de química, inclusive com o uso de livros paradidáticos.

A Base Nacional Comum Curricular – BNCC, uma orientação ainda mais recente, também prevê, nas competências específicas, que o aluno deve “*compreender as ciências como empreendimento humano, reconhecendo que o conhecimento científico é provisório, cultural e histórico.*” (BRASIL, 2016).

Visando cumprir essas orientações e colaborar para reduzir as dificuldades encontradas no estudo da Estrutura Atômica e Modelos Atômicos, no ensino médio, foi elaborado um caderno temático no qual procurou-se destacar:

- informações relevantes para o entendimento desses temas;
- o que motivou os pesquisadores, mais citados nos livros didáticos nesses conteúdos, a realizarem suas pesquisas; e
- fatos sobre a vida pessoal desses pesquisadores, como local de nascimento, suas personalidades, suas famílias e outros.

Nesse contexto, considera-se que um estudo histórico pode ajudar no entendimento da Estrutura e Modelos Atômicos, pois permite apresentar uma construção mais detalhada das pesquisas que possibilitaram chegar ao modelo atômico atual, mostrando ao

aprendiz que ocorreram sucessivas pesquisas e que as descobertas realizadas não foram obras do acaso ou de sonhos.

Uma abordagem histórica mostra que a estrutura do átomo e os modelos propostos foram aceitos por um período e, devido às novas pesquisas e ao desenvolvimento tecnológico, sofreram mudanças. Isso ajuda a mudar a ideia da ciência perfeita, concluída e que seu estudo mais aprofundado é realizado somente por pessoas especiais, como cita Lopes (1997, p.565):

A história das ciências não só fornece elementos que permitem compreender mais claramente os conceitos científicos, como também permite questionar a visão do senso comum acerca do conhecimento científico enquanto um conhecimento derivado da experiência e da observação imediata. Além de desconstruir a ideia de ciência como um conhecimento acabado, definitivo, restrito aos iluminados.

Esse trabalho também pretende mostrar a importância do estudo da História da Ciência e o quanto este conhecimento pode despertar, motivar e aumentar o interesse dos alunos pelo estudo, não só nos temas Estrutura e Modelos Atômicos, mas em qualquer um dos conteúdos ministrados no ensino médio.

### **A História da Ciência nos livros didáticos**

A análise de livros didáticos é uma das áreas de estudo da investigação da história da química, na qual os resultados, em geral, constatam que esses materiais são insuficientes em relação à História e Filosofia da Ciência – HFC (PIRES, ABREU, MESSEDER, 2010). No ensino médio esses livros trazem pequenos trechos relativos à vida dos pesquisadores, associam autores às suas teorias e mostram onde a ciência chegou, mas não apresentam o processo histórico, os conceitos aplicados e as etapas cumpridas até a conclusão de

um trabalho. A falta de um aprofundamento sobre os conteúdos abordados nos livros didáticos reforça a noção de que cientistas tem *insights* imediatos e geniais sobre as ideias que desenvolveram e ao mesmo tempo, promovem a noção de que as contribuições científicas passadas são antiquadas e, portanto, sem valor para o contexto atual (FERREIRA, PEDUZZI, 2013).

Devido às informações obtidas na HFC, há alguns anos vem aumentando, no Ensino de Ciências, o emprego da História da Ciência. Esse fato é muito positivo, em virtude de o ensino histórico servir como mais um instrumento empregado para facilitar o aprendizado e que pode, inclusive, ajudar a diminuir o abandono das salas de aulas, como cita Matthews (1995, p.165):

Tanto a teoria como, particularmente, a prática do ensino de ciências estão sendo enriquecidas pelas informações colhidas da história e da filosofia da ciência.

Essas iniciativas vêm a ser oportunas, considerando-se a largamente documentada crise do ensino contemporâneo de ciências, evidenciada pela evasão de alunos e de professores das salas de aula bem como pelos índices assustadoramente elevados de analfabetismo em ciências.

Nesse trabalho, inicialmente, foram analisados oito livros didáticos aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), um programa que distribui livros gratuitamente, por triênios, aos alunos do ensino médio de todo país. Não foram adotados critérios específicos para a escolha desses oito livros, mostrados na tabela 1. Foram empregados apenas aqueles entregues, pelo PNLD, ao Colégio Brigadeiro Newton Braga – estabelecimento federal de ensino administrado pela Força Aérea Brasileira –, para análise e escolha dos professores.

**Tabela 1:** Livros didáticos analisados na pesquisa.

Livros	Autores	Triênios
Química Geral	Ricardo Feltre	2009 a 2011
Química	Usberco e Salvador	
Química	Dalton Sebastião Franco	2012 a 2014
Química na Abordagem do Cotidiano	Francisco M. Peruzzo e Eduardo L. do Canto	
Ser Protagonista	Murilo Tissoni Antunes	
Química	Martha Reis M. da Fonseca	
Química	Eduardo F. Mortimer e Andréa H. Machado	2015 a 2017
Química Cidadã	Wildson Luiz P. dos Santos e Gerson de Souza Mol	

**Fonte:** elaborada por Marcelo Delena Trancoso.

Em seguida, foram lidos os capítulos sobre os temas Estrutura e Modelos Atômicos, desses oito livros, e relacionados todos os pesquisadores mencionados. Foram encontrados 77 nomes, sendo os dez mais citados apresentados na tabela 2.

**Tabela 2:** Pesquisadores mais citados nos livros analisados.

Citado	em 8 livros	em 7 livros
NOMES	Demócrito de Abdéra Ernest Rutherford John Dalton Joseph John Thomson Niels Henrick David Bohr	Aristóteles Eugen Goldstein James Chadwick Leucipo de Abdéra Linus Carl Pauling

**Fonte:** elaborada por Marcelo Delena Trancoso.

Dentre esses dez pesquisadores, foram selecionados seis para compor o caderno temático, em virtude de suas pesquisas estarem mais relacionadas aos principais tópicos abordados no estudo daqueles temas, no ensino médio, mostrados na tabela 3.

**Tabela 3:** Pesquisadores selecionados para o caderno temático e seus principais trabalhos estudados no Ensino Médio.

Pesquisadores	Tópicos estudados no Ensino Médio
Dalton	Modelo atômico Bola de Bilhar.
Goldstein	Raios canais.
Rutherford	Eletrósfera, núcleo, próton e modelo atômico Planetário.
Thomson	Elétrons e modelo atômico de Thomson.
Bohr	Camadas de energia e Postulados de Bohr.
Chadwick	Nêutrons.

**Fonte:** elaborada por Marcelo Delena Trancoso.

Inserir no caderno temático os trabalhos de Leucipo, Demócrito e Aristóteles, acarretaria num estudo sobre a história destes e outros filósofos e de uma discussão sobre o intervalo das suas ideias, até o átomo de Dalton, que distam cerca de dois mil anos. Isso levaria a uma discussão mais aprofundada que, além de provocar um aumento considerável na pesquisa, causaria um desvio na mesma, uma vez que o foco principal do trabalho objetiva mais especificamente a Estrutura e Modelos Atômicos.

Seria interessante relatar no caderno as pesquisas de Linus Pauling, devido ao Diagrama de Pauling empregado no estudo do átomo. Entretanto alguns autores não atribuem à criação do diagrama a Pauling, o que poderia causar distorções no caderno temático. Dentro desses autores está Fonseca (2013, p.192) autora de um dos livros analisados neste trabalho:

Cálculo da energia no subnível - Com base em um estudo mais detalhado da energia dos elétons de um átomo, o cientista alemão Madelung desenvolveu empiricamente um diagrama de energia (que pode ser deduzido pela Mecânica quântica).

Definidos os seis pesquisadores, foi realizada uma pesquisa na qual foram relacionadas informações sobre a obra e a vida desses cientistas. Depois de reunidas, o máximo de informações possíveis, passou-se a confecção do caderno temático.

### **O caderno temático como possível contribuição**

Ao longo de suas 75 páginas, o caderno temático, intitulado *Uma breve história do átomo e seus modelos*, contém 19 imagens, dentre desenhos sobre as ideias de estrutura e modelos dos átomos, figuras de experimentos e fotos dos pesquisadores, além de 45 citações cruzadas e 42 referências bibliográficas.

Inicia-se o caderno com um breve relato sobre a matéria, segundo os primeiros atomistas, seguida de algumas contribuições para as ciências, realizadas por Newton, Boyle, Faraday, Crookes, dentre outros, em que são destacadas as pesquisas sobre eletricidade, magnetismo, raios X e outras.

Em seguida, em ordem cronológica, é apresentado o relato sobre a vida e a obra dos pesquisadores selecionados, seguindo-se: Dalton; Goldstein; Thomson; Rutherford; Bohr e Chadwick.

Nessa etapa, além de informações sobre suas vidas e obras, são relatados fatos que influenciaram suas pesquisas, no contexto social, político, econômico e religioso, como a Segunda Guerra Mundial. São citados nomes de líderes como Franklin Roosevelt, Winston Churchill e outros, como também nomes e contribuições para as ciências de Einstein, Planck e outros cientistas.

Encerrando, é apresentada uma conclusão sobre o caderno temático e são citados outros pesquisadores e seus trabalhos refe-

rentes à estrutura e modelos atômicos, tais como: Sommerfeld, de Broglie, Heisenberg, Schrödinger, dentre outros.

Depois de concluído, a aplicabilidade do caderno temático foi verificada junto a quatro professores de química, com tempo de magistério entre 13 e 37 anos, e onze alunos da terceira série do ensino médio, do Colégio Brigadeiro Newton Braga.

Esses alunos e professores receberam, individualmente, o caderno temático e um questionário. Tiveram um prazo de vinte e um dias para leitura do material e devolução do questionário preenchido.

Para os professores foi perguntado se: “a linguagem empregada era clara e acessível ao aluno do ensino médio?”, “os vínculos entre os cientistas, suas vidas e os momentos históricos vividos aumentam o interesse pela leitura?”, “utilizaria o caderno ou parte dele em suas aulas?” e “considerou adequado o aprofundamento dos aspectos históricos da vida dos cientistas?”.

Aos alunos foi perguntado se: “o caderno mostra a história da vida dos cientistas, além da pesquisa e do estudo?”, “o caderno esclarece que o assunto Estrutura e Modelos Atômicos não está concluído?”, “ao ler o caderno consegue traçar um paralelo entre as ciências e outras disciplinas?”, os momentos históricos mundiais vividos pelos cientistas aumentam o interesse pela leitura?” e “a linguagem empregada era clara e acessível?”.

Após análise dos questionários, observou-se que todas as respostas foram bastante positivas, o que possibilitou concluir que o caderno é bem contextualizado, possui fácil leitura, pode colaborar no ensino da História da Ciência e, por conseguinte, serve como mais um instrumento capaz de facilitar o ensino de Química no ensino médio.

O caderno temático produzido está disponível para consulta na página do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Química - PEQui, do Instituto de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, no endereço: <https://pequiufpj.wordpress.com/egressos/ano-2016/>.

## **Considerações Finais**

A experiência de muitos anos em sala de aula mostra que inserir um contexto histórico, no início de um novo conteúdo, pode despertar a curiosidade científica; facilitar a construção do conhecimento; mostrar a importância das ciências; promover a interdisciplinaridade; aumentar o interesse pelo tema; mostrar como a economia, a política e a religião afetaram e ainda afetam, as pesquisas e a vida dos cientistas. Tudo isso que pode gerar um bom debate entre alunos e professores, voltado para os dias atuais. Um ensino histórico não substituirá o ensino das disciplinas científicas, mas pode servir como complemento ao seu ensino, pois ajuda a traçar um paralelo entre as ciências e a sociedade.

As principais dificuldades na produção do caderno temático foram: a escolha dos cientistas; a profundidade do texto quanto aos conceitos; o longo período explorado, cerca de 150 anos; a falta de material confiável e os desencontros de informações. Apesar de voltado para alunos do ensino médio, o caderno temático pode ser empregado por qualquer público que deseje ampliar seus conhecimentos, seja do ensino fundamental, ensino superior, professores que desejem trabalhar um conteúdo histórico em suas aulas ou qualquer pessoa que tenha interesse sobre uma parte da História da Ciência.

Espera-se que este trabalho possa colaborar para incentivar o aluno ao estudo da estrutura e modelos atômicos e, até mesmo, motivar ao estudo da química, pela abordagem de um contexto histórico, que esteja ligado ao conteúdo a ser trabalhado.

## **Referências Bibliográficas**

**ANTUNES, M. T. Ser protagonista.** 2º ed. São Paulo: Edições SM, 2013. v. 1.

**BRASIL. MEC. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Orientações Curriculares para o Ensino Médio.** Brasília, 2006. v.2.

\_\_\_\_\_. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio - PCNEM.** Brasília, 1999.

\_\_\_\_\_. **PCNs+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais.** Brasília, 2002.

\_\_\_\_\_. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília, 2016.

CHASSOT, A. I. Nossos três interrogantes capitais. In: \_\_\_\_\_. **Catalisando transformações na educação.** Ijuí: Editora Unijuí, p. 37-56, 1995 (3ª Ed.).

FELTRE, R. **Química Geral.** 7º ed. São Paulo: Moderna, 2008. v.1.

FERREIRA, L. M. **Atomismo: um resgate histórico para o ensino de química.** [dissertação mestrado, UFSC]; orientador, Luiz Orlando de Quadro Peduzzi - Florianópolis-SC, 2013. 170 p.

FONSECA, M. R. M. **Química.** 1º ed. São Paulo: Ática, 2013.v.1.

FRANCO, D. S. **Química, 1.** São Paulo : FTD, 2009. v. 1.

LOPES, A. **Conhecimento escolar em química - processo de mediação didática da ciência.** Química Nova. 20 (5) p. 563-568, 1997.

MARTINS, R. A. **Introdução. A história das ciências e seus usos na educação.** Pp. xxi-xxxiv, in: SILVA, C. C. (ed.). Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2006.

MATTHEWS, M. R. **História, filosofia e ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação.** Cad. Cat. Ens. Fís., 12 (3), p. 164-214, dez 1995.

MORTIMER, E. F.: MACHADO, A. H. **Química.** 2º ed. São Paulo: Scipione, 2013.

PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L. **Química na abordagem do cotidiano.** 5º ed. São Paulo : Moderna, 2009. v. 1.

PIRES, R.O.; ABREU, T.C.; MESSEDER, J.C. **Proposta de ensino de química com uma abordagem contextualizada através da história da ciência.** Ciência em Tela, v. 3, n. 1, p. 1-10, 2010.

SANTOS, W. L. P.; MOL, G. S. **Química cidadã.** 2º ed. São Paulo : AJS, 2013. v. 1.

USBERCO, J.; SALVADOR, E. **Química**, volume único. 8º ed. São Paulo : Saraiva, 2010.

# A QUÍMICA NO MUSEU NACIONAL: SUGESTÕES PARA ELABORAÇÃO DE VISITAS ESCOLARES

*Carina Costa dos Santos  
Guilherme Cordeiro da Graça de Oliveira*

## **Introdução**

O desinteresse dos estudantes com relação à química ou às ciências naturais em geral é assunto recorrente na maioria das rodas de conversas entre professores. Aparentemente, os alunos aprendem cada vez menos e têm menos interesse em aprender. Na literatura as causas apontadas como responsáveis pelo referido desinteresse são diversas, passando por lacunas conceituais, ausência de estratégias de raciocínio e solução de problemas de cunho científico e desvinculação da realidade vivenciada pelo discente (POZO e CRESPO, 2009).

Fourez (2003) aponta que o ensino de ciências deve permitir que os alunos compreendam sua importância dentro de um contexto histórico. Na mesma linha de argumentação, Chassot (2003) admite que não se pode mais conceber propostas para um ensino de ciências sem incluir nos currículos componentes que estejam orientados com relação aos aspectos sociais e pessoais dos estudantes.

Práticas que utilizam Espaços Não Formais (ENF) de educação, tais como museus e centros de ciências, se apresentam como uma alternativa potencialmente motivadora, capazes de aguçar a curiosidade e o interesse dos alunos pelas ciências. Temas contextualizados ligados à história, às artes, à cultura, à cidadania e à tecnologia podem ser trabalhados de forma lúdica, proporcionando, para além da aprendizagem de conceitos, importantes ganhos afetivos e comportamentais (KING e GLACKIN, 2014).

No entanto, ao se considerar a realidade brasileira, uma série de dificuldades de ordem prática surge para o professor que procura organizar uma agenda de visitas a um museu. A falta de apoio por parte da direção escolar e de colegas e o aspecto logístico podem mesmo se tornar estressantes e desestimulantes. Além disso, o professor se depara com aquela que talvez seja a sua principal dificuldade: o despreparo ou mesmo o desconhecimento do que diz respeito às metodologias e especificidades da aprendizagem em espaços museais.

Diante dessa realidade, o que acontece com um professor que se preocupa com a aprendizagem de seus alunos através de visitas a ENF é uma “adaptação” da didática desenvolvida para uma aula formal ao contexto não formal. É o que se conhece como “escolaização do museu” (LOPES, 1991).

Longe de procurar ditar regras ao professor empenhado numa agenda de visitas escolares a um ENF, esse texto procura chamar a atenção do docente para aspectos relativos às especificidades dessa atividade com vistas ao melhor aproveitamento de situações e de locais, frequentemente subutilizados em termos de possibilidades educativas.

Esse capítulo trata da utilização do Museu Nacional, localizado no Rio de Janeiro – RJ como um ENF, enfatizando a química

por trás de seu acervo, seus aspectos artísticos, históricos e culturais. Acreditamos que o presente texto sirva como uma orientação para a elaboração de uma estratégia didática alternativa capaz de tornar a aprendizagem prazerosa para aluno e o ensino gratificante para o professor.

### **Museus como Espaços Não Formais de educação**

Vários autores nacionais e estrangeiros reconhecem um museu de ciências como um dos principais ENF para a produção e o aperfeiçoamento do conhecimento (KRAPAS e REBELLO, 2001; GRIFFIN, 2004). No entanto, a aprendizagem que neles se desenvolve possui particularidades que a distingue da aprendizagem num ambiente formal.

No ambiente museal é comum a ideia de que a aprendizagem relaciona-se a aspectos afetivos, motores, lúdicos e sociais e seja influenciada pela percepção, consciência, emoção e memória do visitante (FALCÃO *et al.*, 2003). Desta forma, para que visitas de grupos escolares alcancem as metas educacionais esperadas, diversos programas desenvolveram estratégias que aproximam os objetivos educacionais com relação aos ambientes museal e escolar. Um deles é o *School-Museum Integrated Learning Experiences in Science* (SMILES) descrito por Griffin (1998). São apresentadas características que devem ser observadas em qualquer trabalho que vise a bons resultados numa visita guiada: participação dos estudantes na escolha de locais e temas; grupos pequenos com certa autonomia de trabalho; oportunidade para descanso físico e mental durante a visita; escolha de atividades complementares às atividades desenvolvidas no museu; possibilidade de compartilhamento das experiências vivenciadas através da promoção de atividades como seminários, oficinas, workshops etc.

Para Seligmann (2014) é essencial a colaboração significante e bem sucedida entre escola e museu. Tal colaboração implica no reconhecimento por parte de ambas as instituições de suas autoridades, competências e habilidades. Para a autora, cada instituição deve-se questionar constantemente sobre “quem educa quem?” e reconhecer a importância da contribuição da parceira para o sucesso da colaboração.

### **Modelos de Aprendizagem Museal**

No modelo de aprendizagem contextual (MAC), Falk e Storks-dieck (2005) definem aprendizagem como um esforço direcionado e contextualizado que permite construir significados na direção da resolução de problemas, sobrevivência ou prosperidade no mundo. O modelo descreve este diálogo direcionado como um processo/produto de interações que ocorrem em diferentes contextos pessoal, sociocultural e físico, cada um agrupando um grande número de fatores facilitadores da aprendizagem.

O contexto pessoal engloba principalmente as motivações, expectativas e possibilidade de escolha e controle. Neste contexto, a aprendizagem é fortemente influenciada pelos interesses, experiências prévias e convicções do indivíduo.

O contexto sociocultural compreende a mediação social no grupo e/ou facilitada por outros. Uma vez que os indivíduos são produtos de relações sociais e culturais, assim, a aprendizagem em museus está fortemente influenciada pelas relações socioculturais que se apresentam nesses locais.

O contexto físico diz respeito a uma série de fatores arquitônicos que incluem a iluminação, qualidade e quantidade de informações apresentadas, ao acesso a um mapa geral do museu etc.

Após a experiência museal, acredita-se que o visitante saia com conhecimentos adicionais que possam reforçar sua compreensão dos eventos que ocorrem ou ocorreram na natureza, no mundo ou na sociedade em geral. Desta forma, os eventos que ocorrem após a visita são também facilitadores da aprendizagem uma vez que reforçam as experiências museais vivenciadas.

Bamberger e Tal (2006) descrevem as diferenças entre o processo de aprendizagem formal numa sala de aula e a aprendizagem que se verifica num ambiente não formal. Os autores classificaram as visitas a museus por grupos escolares em três tipos: livre escolha (*free choice*), escolha limitada (*limited choice*) e sem escolha (*no choice*).

A visita do tipo livre escolha é aquela na qual os estudantes são livres para escolher qualquer parte da exposição que desejarem e a mediação se resume em responder às questões formuladas.

Os autores classificaram as visitas do tipo escolha limitada em dois subtipos, dependentes da programação pré-estabelecida. Visitas do tipo escolha limitada 1 restringem o roteiro a uma parte específica do museu onde os estudantes devem executar tarefas de acordo com um tema previamente apresentado. Visitas do tipo escolha limitada 2 não restringem o espaço museal, os estudantes escolhem e controlam o roteiro de acordo com uma programação previamente discutida com o professor ou apresentada pelo museu. Seja do tipo 1 ou do tipo 2 de uma visita tipo escolha limitada, a atuação do mediador ou do guia é basicamente no sentido de ajudar na seleção dos objetos ou locais de investigação e estudos por parte dos alunos visitantes.

Visitas do tipo sem escolha caracterizam-se pelo caráter expositivo. O roteiro é limitado por um guia e normalmente os estudantes

são orientados a assistir a exposição do guia, sem qualquer responsabilidade ou controle sobre os assuntos apresentados. Os autores concluíram, após a análise de depoimentos dos próprios alunos, que o tipo de visita escolha limitada foi o mais educativo e interessante.

### **O Museu Nacional e a apropriação do seu acervo**

O antigo Museu Real do Rio de Janeiro foi criado por D. João VI em 1818, tornando-se a primeira instituição brasileira dedicada à história natural onde antes existia a “Casa de História Natural”.

No Brasil Imperial, o novo museu era símbolo de urbanismo, civilização e progresso. Sua conformação original foi inspirada nos museus europeus, em especial o *Muséum National d'Histoire Naturelle* de Paris. Desde a sua inauguração possuía a peculiaridade de ser uma instituição aberta ao público que oferecia cursos e palestras populares (VALENTE *et al*, 2005).

Em 1892, já denominado Museu Nacional, foi transferido para o antigo Palácio Imperial, no Paço de São Cristóvão – Rio de Janeiro, RJ. Em 1946, o Museu Nacional foi incorporado à Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e atualmente a instituição é considerada o maior museu de história natural da América Latina. Seu acervo atual é composto de exposições públicas, permanentes e temporárias, que abrigam coleções das áreas de Biologia, História, Antropologia e Paleontologia e que constituem a maior parte da memória nacional no campo da História Natural.

O museu possui uma Seção de Assistência ao Ensino (SAE) onde é oferecida mediação para visitantes previamente agendados. A formação do mediador, em geral, se dá no cotidiano das ações educativas do museu. O SAE também oferece cursos de capacitação para professores, para que eles mesmos possam mediar visitas

com seus alunos. Essa atividade auxilia na manutenção de uma parceria profícua entre o museu e os docentes da educação básica.

O Museu Nacional funciona todos os dias da semana, sendo segunda-feira de 12 h às 16 h e de terça-feira a domingo de 10 h às 16 h. Para maiores informações sugerimos o site: [www.museunacional.ufrj.br](http://www.museunacional.ufrj.br)

Conforme salientamos é fundamental para o trabalho em um ENF com objetivos educacionais, visitas prévias do professor com o objetivo de conhecer o acervo e, posteriormente, elaborar a mediação com seus alunos. Oliveira *et al.* (2014) publicaram um trabalho relatando as visitas escolares com alunos de um Centro Educacional de Educação Pública (CIEP) ao Museu Nacional. A realização de visitas prévias ao museu possibilitou aos autores uma descrição detalhada do acervo, procurando relacionar a química com as peças em exposição. Os aspectos históricos, artísticos e culturais foram também descritos pelos autores.

### **Sugestão de um roteiro para atividades didáticas num ENF**

A sugestão que se segue para um roteiro de atividades didáticas a serem desenvolvidas num ENF baseia-se principalmente nos diferentes modelos de aprendizagem museal e, embora referenciadas ao Museu Nacional, podem ser adaptadas a qualquer outro ENF.

O roteiro baseia-se também num amplo trabalho de observação desenvolvido com professores durante visitas escolares realizadas no Museu Nacional (SANTOS e OLIVEIRA, 2016). Para os docentes interessados numa agenda de visitas escolares ao referido museu, apresentamos a seguinte sequência de atividades:

1. Contato com o setor educativo e agendamento da visita. O docente deve conhecer todas as possibilidades oferecidas pelo lo-

cal, tais como a mediação, oficinas, dramatização, espaços interativos etc. Aspectos práticos também devem ser conhecidos tais como horário de funcionamento e número máximo de visitantes.

2. Visitas prévias. É essencial que o docente conheça bem o local a ser visitado visando a elaboração de uma mediação que relate as exposições à química ensinada em sala de aula. Nesse caso, é interessante que o docente elabore um quadro a fim de identificar os conteúdos a serem trabalhados na visita. O Quadro 1 esboça uma descrição atualizada de parte do acervo do Museu Nacional, sua relação com a química e seus aspectos históricos, artísticos e culturais.

3. Planejamento da visita. Para o planejamento da visita é importante responder às seguintes questões: Qual a escolaridade e o número de alunos que farão a visita? Como será a mediação, do museu ou do professor? Outros profissionais da escola acompanharão a visita? Qual o tempo estimado? Quais as atividades previstas? Haverá tempo para descanso dos alunos?

4. Atividades pré-visitas a serem realizadas com os alunos. Essas atividades têm como objetivo que os alunos tenham um contato inicial com o local a ser visitado. O professor pode fazer uma explanação, em sala de aula, ou pedir aos alunos que pesquisem sobre o local. Caso o professor programe alguma atividade a ser realizada durante ou após a visita, os alunos devem tomar conhecimento prévio.

5. A visita. Na chegada ao museu os alunos devem estar cientes das normas de conduta e/ou de segurança a serem adotadas. Tarefas de pesquisa em pequenos grupos podem ser realizadas durante a visita. Essas tarefas podem ser propostas pelo professor, de livre escolha dos alunos ou ainda serem negociadas entre o professor e os alunos.

6. Atividades pós-visitas. Atividades pós-visita são igualmente importantes e variadas. O professor pode elaborar uma avaliação na forma de um questionário que verifique os ganhos cognitivos e também o desenvolvimento de habilidades e as percepções dos alunos sobre a visita. Apresentações orais ou elaboração de projetos em Feiras de Ciências podem ser elaboradas a partir de uma visita a um ENF.

## **Considerações Finais**

Nesse capítulo abordamos o tema *Visitas Escolares a Museus* procurando orientar o professor interessado como se utilizar do acervo do Museu Nacional para trabalhar conteúdos de química durante as vistas escolares.

Habitualmente tratadas pelos alunos como “passeios”, o que já permite uma descontração que não faz parte do ambiente escolar, a dinâmica dessas visitas a museus deve se situar entre o rigor de uma aula formal (onde as variáveis tempo e espaço são mais rígidas) e um passeio meramente contemplativo sem qualquer compromisso com conteúdos ou com alguma forma de avaliação. Desta forma, uma dinâmica que se aproxime do modelo *escolha limitada* parece ser a mais adequada para se atingir tais objetivos.

Acreditamos ser importante o conhecimento por parte do docente das especificidades da educação em ENF. Assim, com o embasamento teórico adequado, a colaboração do pessoal técnico do museu e o apoio da direção escolar, o professor poderá suplantar as dificuldades que se apresentam e projetar uma agenda de vistas escolares ao longo do ano letivo, oferecendo a seus alunos a possibilidade de se trabalhar conteúdos de química num ambiente diversificado e em contato direto com o patrimônio e a cultura de nossa sociedade.

**Quadro 1:** Descrição atualizada de parte do acervo do Museu Nacional.

SALA	ASSUNTO TRATADO (TEMA)	PEÇAS EM EXPOSIÇÃO	RELAÇÃO COM A QUÍMICA	ASPECTOS HISTÓRICOS, ARTÍSTICOS E CULTURAIS
A (R)evolução das Plantas	Formação da Terra e origem dos seres vivos	Painéis Material coletado Material em braille	Estados Físicos Elementos Químicos Arte em minérios Composição química	Evolução das espécies de plantas em função do local e do tipo de solo
Meteoritos	Como reconhecer um meteorito	Meteoritos, painéis e textos explicativos	Sistemas homogêneos e heterogêneos, composição e elementos químicos	Relação entre o desenvolvimento dos países e quantidade de meteoritos encontrada
Egito Antigo	Cultura Egípcia, Múmias e Mumificação	Múmias, túmulos, esculturas e estelas	Mumificação, esculturas e conservação atual das múmias, datação por radioatividade	Aspectos místicos da mumificação
Culturas Mediterrâneas	Temas diversos	Afrescos, objetos vidro, cerâmica, porcelana e metal	Materiais, Substâncias químicas lançadas no meio ambiente	Diferenças entre os materiais utilitários e artísticos na América pré-colombiana e na Europa
Paleontologia e Evolução	Evolução do Universo e da vida na Terra. Eras Geológicas	Réplicas e Fósseis Naturais (esqueletos e desenhos), painéis e vídeo	Processos de formação e preservação de fósseis, Carbonização, Incrustação e fosfatização	A existência do universo e a vida na Terra. Diferentes formas de vida em função da idade do planeta

## **Referências Bibliográficas**

BAMBERGER, Yael.; TAL, Tali. Learning in a Personal Context: Levels of Choice in a Free Choice Learning Environment in Science and Natural History Museum. **Science Education**, v. 91 n. 1, p. 75-95, 2006.

CHASSOT, Attico. Alfabetização científica: uma possibilidade para inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, n. 22, p. 89-100, 2003.

FALCÃO, Douglas. *et al. Museus de ciências, aprendizagem e modelos mentais: identificando relações*. In: GOUVÊA, G.; MARANDINO, M.; LEAL, M. (Org.). Educação e museus: a construção social do caráter educativo dos museus de ciências. Rio de Janeiro: FAPERJ, p.185-206, 2003.

FALK, John; STORKSDIECK, Martin. Learning Science from museums, **História,Ciência e Saúde**, Rio de Janeiro, v. 12(supl.), p. 117-143, 2005.

FOUREZ, Gerard. Crise no ensino de Ciências? **Investigação em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 109-123, 2003.

GRIFFIN, Janette. **School-museum integrated learning experiences in science**. 376 f. Thesis (Doctor of Philosophy) – University of Technology, Sidney, 1998. Disponível em: <<http://epress.lib.uts.edu.au/research/handle/10453/20150>>. Acesso em: 15 jan. 2017.

GRIFFIN, Janette. Research on students and museums: looking more closely at the students in school groups. **Science Education**, New York, v. 88, n. S1, p. S59-S70, 2004.

KRAPAS, Sonia.; REBELLO, Lucia. O perfil dos museus de ciências da cidade do Rio de Janeiro: a perspectiva dos profissionais. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 68-87, 2001.

KING, Heather; GLACKIN Melissa. Supporting science teaching in out-of school Contexts. **Enterprising Science**, London, paper 06, 14p. 2014.

LOPES, Maria Margaret. A favor da desescolarização dos museus. **Educação e Sociedade**, Campinas, n. 40, p. 443-455, dez. 1991.

OLIVEIRA, Guilherme Cordeiro da Graça; MARCONSIN, Nilda Maria. O Impacto de uma Atividade Não formal no Cotidiano da Escola. **Ciências & Cognição**, Rio de Janeiro, v.19, n.3, p. 477-492, 2014.

POZO, Juan; CRESPO, Miguel Angel G. Por que os alunos não aprendem a ciência que lhes é ensinada? In: POZO, Juan Ignácio; CRESPO, Miguel Angel G. **A aprendizagem e o ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. Porto Alegre: Artmed. 5 ed. p. 14-28, 2009.

SANTOS, Carina; OLIVEIRA, Guilherme. Comportamento de professores e alunos durante visitas escolares ao Museu Nacional. **Revista Tecnologia e Cultura**, v.28, Ano 18, p. 55 - 63, 2016.

SELIGMANN, Tine. Learning museum: A meeting place for pre-service teachers and museums. **Journal of Museum Education**, v. 39, n. 1, p. 42-53, 2014.

VALENTE, Maria Esther, *et al.* Museus, Ciência e educação: novos desafios. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, Rio de Janeiro, v. 12 (suplemento), p. 183-203, 2005.

# QUÍMICA ACESSÍVEL: CONSTRUÇÃO DE UMA PLATAFORMA DIGITAL PARA O DEBATE SOBRE INCLUSÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

*Cristiana de Barcellos Passinato  
Waldmir Nascimento de Araujo Neto  
Rodrigo Volcan Almeida*

## Introdução

No decorrer de sua dissertação PASSINATO (2017), com o objetivo de discutir a qualidade<sup>5</sup> de livros textos para estudantes cegos, realizou a análise das audiodescrições e imagens dos capítulos 7 e 11, do volume 1 do livro “Química” de Martha Reis (versão audível), um dos títulos do PNLD 2015 (Programa Nacional do Livro Didático de 2015). Deve-se ressaltar que estes capítulos abordam o tema “evolução dos modelos atômicos”, importante base conceitual para a construção do conhecimento químico.

Após esta análise, a autora partiu para pesquisa com estudantes totalmente cegos do 1º ano do Ensino Médio do Colégio Pedro II (CPII) que frequentavam o NAPNE (Núcleo de Atendimento a Pessoas com Necessidades Especiais) daquela unidade de ensino. Lá foram realizadas entrevistas que apresentaram resultados que poderiam servir de material para alimentar debates com a comu-

<sup>5</sup> A autora avaliou a qualidade sob o ponto de vista da epistemologia de Gaston Bachelard, principalmente utilizando a noção de “obstáculos epistemológicos” (BACHELARD, 2013).

nidade do Ensino de Química, que motivaram a criação de diferentes mídias sociais (*blog*, *fanpage* e *grupo de discussão*) como uma forma de estender estes resultados e ampliar o diálogo com outros professores, licenciandos e interessados no ensino de ciências, trazendo para discussão enquetes, fundamentações teóricas, resultados das entrevistas realizadas no NAPNE, etc.

O presente capítulo trata da apresentação destas mídias sociais criadas no contexto da dissertação de PASSINATO (2017). São relatados os principais debates, conversas e interações com a comunidade participante.

### **Fundamentação teórica**

Todas as etapas (análise teórica dos capítulos 7 e 11; entrevisas com alunos cegos do CPII; e construção dos debates nas mídias sociais construídas) do trabalho de PASSINATO (2017) estiveram fundamentadas na epistemologia de Gaston Bachelard (1864-1962).

A partir de sua noção de obstáculo epistemológico, Bachelard (1996) propõe que “o ato de conhecer dá-se contra um conhecimento anterior, destruindo conhecimentos mal estabelecidos [...]” (p. 17). Entre os obstáculos epistemológicos identificados pelo autor, estão a experiência primeira, a generalização prematura, o verbalismo, o substancialismo, o animismo, o realismo entre outros. Eles podem ser polimórficos, ou seja, podem acontecer em pares ou aglutinados (BULCÃO, 1981).

Muitos são os trabalhos que utilizaram a epistemologia de Bachelard para analisar a qualidade de livros didáticos (LEITE *et al.*, 2016; LOPES, 1992, 1993a e b, 1996 e 2007). Dentre os obstáculos mais presentes pode-se citar o verbal, o realista, substancialista e

animista. Sendo os dois primeiros de especial importância no decorrer deste capítulo.

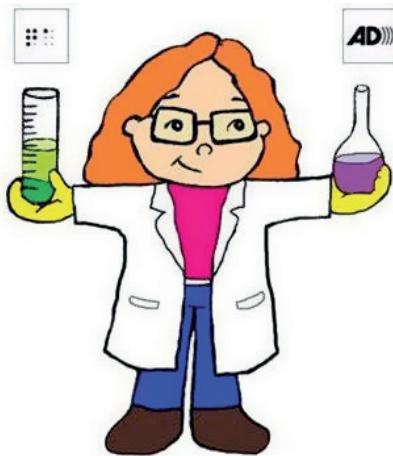
O obstáculo verbal está relacionado à dificuldade na elaboração de discursos, pois, em geral, a formação do conhecimento é mais rápida do que a construção da linguagem. Assim, é frequente a utilização de esquemas, imagens, analogias e metáforas que podem dificultar o entendimento e a construção do conhecimento científico (LOPES, 2007).

O realismo é considerado por Bachelard a “única filosofia inata, aquela que orienta o pensamento do senso comum, sendo capaz de constituir a ciência do geral, do superficial. O realista supervaloriza suas impressões tátteis e visuais [...]. A razão do realista não encontra espaço para se aplicar, pois todo o seu ser resiste à abstração” (LOPES, 2007. p. 149).

## **Metodologia**

Como comentado, as mídias sociais apresentadas neste trabalho foram construídas no contexto da dissertação de mestrado, desenvolvida no Programa de Pós-graduação em Ensino de Química (IQ-UFRJ), intitulada “Análise de Imagens Audiodescritas em um Livro Didático: um Olhar da Epistemologia de Gaston Bachelard no Ensino de Química para Cegos” (PASSINATO, 2017). Este trabalho foi demarcado por três momentos: os “estudos teóricos”, compreendendo a análise dos capítulos 7 e 11 do volume 1 do livro “Química” de Martha Reis; a “pesquisa de campo” que envolveu a participação de alunos totalmente cegos atendidos pelo NAPNE do CPII, unidade São Cristóvão (Rio de Janeiro, RJ); e a criação e construção das mídias sociais, com o objetivo de ampliar e aprofundar o diálogo sobre o tema em estudo, alcançando um público maior.

A rede social formada foi constituída por um *blog* (<http://quimicacessivel.wordpress.com>) e perfis de *Facebook* possuindo uma *Fanpage* e um *Grupo de Discussão*, esse preferencialmente destinado ao público interessado pelo Ensino de Química.



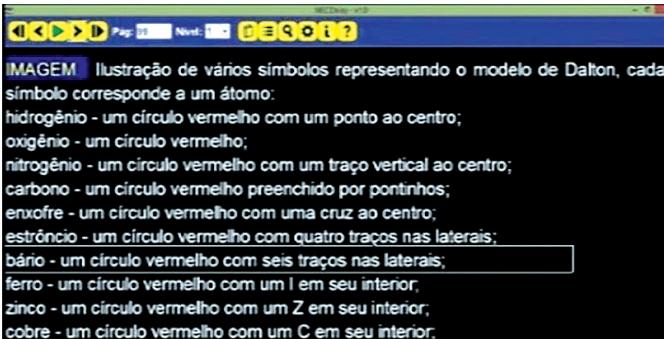
**Figura 1:** Logomarca criada por Patrícia Silva de Jesus para a mídia social “Química Acessível”.

Em março de 2017 foram iniciados os trabalhos na plataforma digital “Química Acessível” (**Figura 1**), que envolveu a criação de enquetes sobre o tema da audiodescrição, abordagens sobre a epistemologia de Bachelard, e também sobre aspectos históricos abordando o assunto “evolução dos modelos atômicos”, conforme descrito abaixo:

“Analizando uma audiodescrição: 1<sup>a</sup> problematização” - onde se apresentou um texto introdutório, em sequência a audiodescrição da imagem do símbolo do Bário proposto por Dalton (**Figura 2a**), contido no capítulo 7 (p. 99) de Reis (2014) e uma enquete onde os participantes poderiam escolher entre 4 possíveis imagens

que melhor representasse a informação contida na audiodescrição (**Figura 2b**). Finalmente foi disponibilizado o trabalho de PASSINATO *et al.* (2016) como referência para aprofundar a discussão.

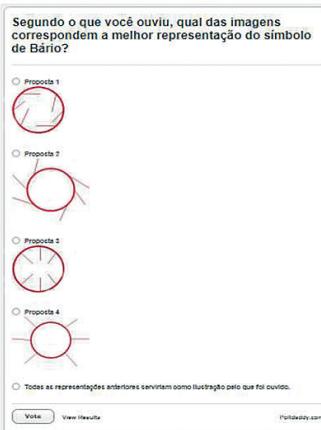
a)



**IMAGEM** Ilustração de vários símbolos representando o modelo de Dalton, cada símbolo corresponde a um átomo:

- hidrogênio - um círculo vermelho com um ponto ao centro;
- oxigênio - um círculo vermelho;
- nitrogênio - um círculo vermelho com um traço vertical ao centro;
- carbono - um círculo vermelho preenchido por pontinhos;
- enxofre - um círculo vermelho com uma cruz ao centro;
- estrôncio - um círculo vermelho com quatro traços nas laterais;
- bário - um círculo vermelho com seis traços nas laterais;**
- ferro - um círculo vermelho com um I em seu interior;
- zinc - um círculo vermelho com um Z em seu interior;
- cobre - um círculo vermelho com um C em seu interior,

b)



Segundo o que você ouviu, qual das imagens correspondem a melhor representação do símbolo de Bário?

- Proposta 1
- 
- Proposta 2
- 
- Proposta 3
- 
- Proposta 4
- 
- Todas as representações anteriores serviram como ilustração pelo que foi ouvido.

[Vote](#) [View Results](#) [PollResults.com](#)

**Figura 2:** Roteiro da audiodescrição sobre o símbolo do átomo de Bário (em destaque) como proposto por Dalton (a); Propostas empregadas na 1<sup>a</sup> enquete buscando representar a audiodescrição sobre símbolo de Dalton do átomo de Bário (b).

*“Falando um pouco de obstáculos epistemológicos de Bachelard”* - foi elaborada com intuito de embasar as discussões com respeito ao referencial teórico utilizado nas análises.

*“Analizando a audiodescrição sobre o modelo de Thomson – 2<sup>a</sup> problematização”* - foi constituída por um texto histórico introdutório, um player com a audiodescrição de uma imagem representando o modelo de Thomson (**Figura 3a**), presente no capítulo 11 (p. 166) de Reis (2014) e, mais uma vez, uma enquete onde os participantes poderiam escolher entre 4 possíveis imagens do modelo atômico de Thomson (**Figura 3b**), construídas com massa de modelar e miçangas, que melhor representasse a informação contida na audiodescrição.

a)

IMAGEM. Ilustração do modelo atômico de Thompson, representando uma grande esfera positiva não macia incrustada por pequenas esferas de cargas negativas.  
Legenda: Ilustração, sem escala e em cores fantasia, do modelo atômico de Thomson, conhecido como "pudim de passas".  
FIM DA IMAGEM.

b)

Segundo o que você ouviu, qual das imagens correspondem a melhor representação do modelo de Thomson?

Proposta 1

Proposta 2

Proposta 3

Proposta 4

Nenhuma das propostas anteriores

[Vote](#) [View Results](#) ©Unidaddy.com

**Figura 3:** Roteiro da audiodescrição sobre o modelo de Thomson. (a); Propostas empregadas na 2<sup>a</sup> enquete buscando representar a audiodescrição do modelo de Thomson (b).

*“Modelo Atômico de Thomson: notas teóricas, históricas e análises”* - discutiu-se as respostas obtidas frente aos estudos teóricos realizados sobre o modelo atômico anteriormente trabalhado. A discussão foi de caráter qualitativo, onde se fez uma análise das respostas de cada participante perante as questões colocadas.

## **Resultados e discussão**

Com relação ao alcance das mídias construídas pode-se dizer que até 05/12/2017, registraram-se no *blog*, 4440 hits (“cenários”). Sendo que 2239 deles são considerados “visitantes” e 7 “seguidores”. 37 “postagens” foram realizadas e 13 leitores postaram como retorno desses conteúdos 32 “comentários”. Na *Fanpage*, foram constatadas 1948 “curtidas”, 1969 “seguidimentos” do conteúdo e 4251 pessoas “de alcance registrado na última semana”, no período de 28 dias de novembro/dezembro 2017, 11419 pessoas foram consideradas como “alcance total” atingido. No *Grupo de Discussão*, também até a mesma data, 1462 “membros” assinaram o conteúdo do perfil. Dentre os integrantes, vários deles construíram debates relevantes para o desenvolvimento do tema da pesquisa, os quais serão mais aprofundados a seguir. Foi interessante utilizar as plataformas digitais apresentadas neste capítulo por conta do fácil alcance e resposta dos participantes. Os resultados mostrados podem ser considerados como uma caracterização de que o produto final foi criado, utilizado e testado no período da pesquisa realizada no mestrado de PASSINATO, 2017.

Com respeito à qualidade dos resultados foram feitas algumas análises das respostas e comentários dos participantes. Esses comentários foram produzidos mediante proposições postadas no blog e sincronizadas nos demais perfis do Facebook.

A enquete criada em “*Analizando uma audiodescrição: 1<sup>a</sup> problematização*” mostrou que a audiodescrição pode ser insatisfatória, pois a maior parte dos participantes (47,22%) optou pela *proposta 4* e nenhum dos participantes escolheu a proposta que apresentava a representação da imagem colocada no livro, a *proposta 3*. Tal fato ocorreu pela falta dos detalhes necessários para que a imagem mental correta da ilustração do livro fosse idealizada pelos participantes. Alguns exemplos de comentários apresentados pelos participantes mostram bem isso:

**Comentarista 1:** *Considero. A audiodescrição insatisfatória, por exemplo, os 6 traços serão na lateral interna ou externa do circulo??? E. Por ai vai... (sic)*

**Comentarista 2:** *Achou que a AD é muito válida no ensino de deficientes visuais, mas no exercício proposto houve omissão de detalhes importantes para que o estudante pudesse formar uma imagem satisfatória e definitiva do objeto de estudo. (sic)*

(Transcrições de alguns comentários do Blog - “Química Acessível”: *Analizando uma audiodescrição: 1<sup>a</sup> problematização; postagem de 14/03/2017*).

Na *Fanpage*, só houve comentários elogiosos ao projeto. Já quando a enquete foi compartilhada no *Grupo de Discussão* o debate girou em torno da importância e do papel da audiodescrição no Ensino de Química. Pelo mesmo motivo anteriormente apresentado, os participantes não conseguiram construir a imagem mental da ilustração do livro didático. Contudo os debatedores/participantes apresentaram algumas dificuldades no entendimento da audiodescrição. Exemplos dessa participação são apresentados abaixo:

**Comentaria 1:** Votei na opcao 2, pois, em se tratando de um circulo -e nao de circunferencia- entendi q o que foi chamado de laterais seria a parte externa dele. Ate ai, ok. Mas a descricao nao deixou clara como seriam esses tracos. Qual o nivel de inclinacao deles em relacao a linha da circunferencia? Todos os tracos teriam o mesmo tamanho e direcao? Ou seja, a falha ficou na questao de como seriam os tracos. (sic)

(Transcrição de comentário do Grupo de Discussão - “Química Acessível”: Analisando uma audiodescrição: 1<sup>a</sup> problematização; publicação realizada em março, 2017).

Em seguida, “*Falando um pouco de obstáculos epistemológicos de Bachelard*” foi abordado, pois o assunto havia sido comentado no *Grupo de Discussão*. Nos 3 perfis, as participações foram mais sucintas e detiveram-se à discussão do uso de materiais tátteis para compreensão de representações tridimensionais. Levantou-se a questão de que a audição poderia ser mais adequada do que o tato, pois não deteria o estudante somente ao concreto. Discutiu-se ainda sobre o realismo do cego e do vidente. Apesar de ter atingido mais ao público do *Grupo de Discussão* e ter se concentrado em poucos debatedores, esse diálogo trouxe para o público-alvo uma discussão de muita qualidade. Questões culturais, alfabetização e letramento científico em Braille, a ligação ao mundo real através do tato e as dificuldades do estudante com deficiência visual com respeito ao mundo tridimensional foram levadas em consideração. Depoimentos e respostas às provocações demonstraram que possivelmente o realismo do vidente quando se realiza uma mediação através do material bidimensional pode ser interferente na formação das imagens mentais para o estudante cego. Para esses estudantes, essas são as dificuldades e os problemas mais críticos enfrentados da construção de representações e modelos da química (SILVA, 2015). Como exemplos das participações, pode-se apresentar:

**Comentarista 1:** Acredito que tb seria interessante a utilização do braille conjuntamente ou a forma espacial apenas a audiodescrição acho um pouco vago pois muitos DVD tem dificuldade na relação com formas geométricas e espacialidade. (sic)

**Comentarista 2:** Mmmm, mas acho q ela quis dizer que o braille e os modelos em 3d seriam recursos complementares, que , juntos, e somados a audiodescrição, ajudariam na aprendizagem! (sic)

(Transcrições de alguns comentários do Grupo de Discussão do Facebook - “Química Acessível”: Falando um pouco de obstáculos epistemológicos de Bachelard, discussão realizada em março de 2017).

Em “Analizando a audiodescrição sobre o modelo de Thomson – 2<sup>a</sup> problematização”, os comentários concentraram-se no blog e Grupo de Discussão. O debate foi acerca da qualidade da audiodescrição e do sentido do significado da palavra “incrustada”. Alguns exemplos podem ser destacados adiante:

**Comentarista 1:** A AD ficou bem fácil de entender. A palavra encrostada (na superfície) e circular deu bem para entender o modelo proposto. Foi a 4. (sic)

**Comentarista 2:** Nenhum desses modelos descreve bem, todos passam a ideia do átomo ser maciço com os elétrons “jogados” na superfície, estando em desacordo com a áudio descrição. (sic)

(Transcrições de alguns comentários do Blog - “Química Acessível”: Analisando a audiodescrição sobre o modelo de Thomson – 2<sup>a</sup> problematização; postagem de 22/03/2017).

Como resultado da enquete promovida, os participantes elegeram a *proposta 4* (56,25%) a mais próxima do que seria a representação do modelo atômico de Thomson. Em seguida, a soma das outras alternativas (20,83%) acreditara que “*nenhuma das representações são satisfatórias*”. E a *proposta 3*, mais aproximada do modelo original ficou somente com 12,5% das participações. As representações bidimensionais foram pouco votadas, somando algo mais de 10%.

Nessa discussão o uso da palavra “*incrustada*” foi destacado (grafada errada no roteiro da audiodescrição). Que quer dizer “*grudada fortemente*” ou “*cravada*”. O uso de um termo como esse, que possuí diversos significados não é bem visto pelos audiodescritores, pois não remete a uma imagem mental exata (SILVA, 2015). No *Grupo de Discussão*, observou-se nos comentários que:

**Comentarista 1:** *Eu achei que a áudio descrição era rápida, pq em algumas partes exigia mais tempo para imaginar, fazer a ligação de uma informação com a outra que foi dada, mas qdo a mente começava a trabalhar já vinha outra informação. E ele descreveu bem se fosse mais lento. Só que o modelo do pudim de passas está defasado, até pq aqui no Brasil têm-se o costume de fazer um pudim em uma forma que o deixa com um buraco no meio. (sic)*

**Comentarista 2:** *Parcialmente. As representações não demonstram o que foi relatado na áudio descrição. Marquei a última, mas se tivessem outras representações seria melhor. (sic)*

*(Transcrições de alguns comentários do Grupo de Discussão do Facebook - “Química Acessível”: Analisando a audiodescrição sobre o modelo de Thomson – 2ª problematização; debate realizado em março de 2017).*

A postagem “*Modelo Atômico de Thomson: notas teóricas, históricas e análises*” trouxe aos participantes da rede social “Química Acessível” esclarecimentos de alguns equívocos conceituais detectados nas falas analisadas no debate anterior (PASSINATO, 2017). Os comentários produzidos foram bastante elogiosos acerca dos esclarecimentos históricos que o conteúdo postado mostrou. Muitos participantes depuseram não conhecer os fatos ali colocados.

A ideia inicial das mídias sociais desenvolvidas por PASSINATO (2017), apresentadas e discutidas aqui, foi de envolver a comunidade de ensino de química e ciências com as questões da audiodescrição, iniciando-se um debate amparado na epistemologia de Bachelard, sempre em preocupação com a qualidade das audiodescrições no que tange a presença de obstáculos epistemológicos. O caminho percorrido iniciou com um exemplo da audiodescrição de uma figura simples, o símbolo de Dalton para o átomo de Bário, apenas para alertar que, mesmo em uma figura simples, dificuldades na construção dos conceitos podem se verificar pelo baixo nível de detalhamento em uma audiodescrição. Posteriormente, aprofundou-se um pouco a temática dos obstáculos epistemológicos, buscando chamar a atenção dos participantes da importância de se olhar os materiais didáticos sob este ponto de vista, ou seja, se eles ajudam a construção dos conceitos científicos ou atrapalham. Na terceira postagem nas mídias sociais, partiu-se para um caso exemplar em que a maioria dos materiais didáticos apresenta obstáculos epistemológicos, a saber, a representação do átomo de Thomson. Neste caso discutiu-se com os participantes a audiodescrição que apresentou a palavra “incrustada” e a famosa analogia do “pudim de passas” ressaltando a presença de obstáculos verbais e realistas que ambas representam, podendo dificultar sobremaneira a compreensão deste modelo atômico. Por fim, fez-se um breve resgate histórico do

desenvolvimento do átomo de Thomson, buscando dirimir algumas dúvidas da origem da analogia do “pudim de passas”, alertando aos debatedores sobre a responsabilidade que se assume ao reproduzir informações sem um maior estudo e aprofundamento.

### **Considerações finais**

O objetivo principal deste capítulo foi apresentar a rede social criada como produto final do mestrado de PASSINATO, 2017. Tal tarefa também trouxe a necessidade da exposição de alguns resultados e apontamentos sobre discussões geradas nessa ferramenta apresentada. Com isso algumas considerações devem ser colocadas a seguir:

A sincronização das publicações através do compartilhamento entre as mídias que formavam a rede social criada foi um dos fatores da difusão e participação expressiva dos assinantes e leitores dos veículos apresentados. A utilização de enquetes como exercício para fomentar debates com o público alvo mostrou-se uma ferramenta satisfatória e eficaz e as discussões resultantes desse movimento agregaram valor à escrita do trabalho de mestrado, contribuindo em muito para o aprofundamento do assunto abordado. Em relação ao veículo que se mostrou mais eficaz em respeito à participação, foi o *Grupo de Discussão do Facebook*, especialmente em relação à qualidade das participações onde os debates se deram de forma mais profunda. Tal ferramenta mostrou-se um excelente meio de comunicação, onde o debate é livre, horizontal e democrático.

Por fim, cabe ressaltar que o conjunto de mídias “*Química Acessível*” continuará em funcionamento, buscando aprofundar seu caráter dialógico, comprometendo os envolvidos em torno da melhoria do ensino de química.

## **Referências bibliográficas**

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico.** 10<sup>a</sup> reimpressão - 1<sup>a</sup> ed. 1996. Rio de Janeiro, RJ: Contraponto, 2013. 309 pp.

BULCÃO, M. **O racionalismo da ciência contemporânea: Uma análise da Epistemologia de Gaston Bachelard.** Edições Antares. Coleção Antares Universitária, Rio de Janeiro, RJ: 1981. 148 pp.

LEITE, V. M.; SILVEIRA, H. E.; DIAS, S. S. Obstáculos epistemológicos em livros didáticos: um estudo das imagens de átomos. **Can-dombá.** Revista Virtual, v. 2, n. 2, p. 72-79. Salvador, jul/dez 2006.

LOPES, A. R. C. Livros didáticos: obstáculos ao aprendizado da ciência Química – obstáculos animistas e realistas. **Química Nova,** São Paulo, v. 15, n. 3, p. 254-261, 1992.

\_\_\_\_\_. Livros didáticos: obstáculos verbalistas e substancialistas ao aprendizado da ciência química. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 74, n. 177, p. 309-334. Brasília, maio/agosto, 1993a.

\_\_\_\_\_. Contribuições de Gaston Bachelard ao ensino de ciências. **Enseñanza de las ciencias.** Barcelona, Universidade Autônoma de Barcelona, v. 11, n. 3, 324-330, 1993b.

\_\_\_\_\_. Bachelard: o filósofo da desilusão. **Caderno Catarinense de Ensino em Física.** Florianópolis: v. 13, n. 3, p. 248-273, dez. 1996.

\_\_\_\_\_. **Curriculum e epistemologia.** Ijuí, RS: UNIJUÍ, 2007.

PASSINATO, C. de B. **Análise de imagens audiodescritas em um livro didático: um olhar da epistemologia de Gaston Bachelard no Ensino de Química para cegos** (Dissertação de Mestrado). IQ-UFRJ: Rio de Janeiro-RJ, 2017. 210 pp.

\_\_\_\_\_. Comparações entre imagens e suas audiodescrições para deficientes visuais em um livro didático de Química. **XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ)**. UFSC: Florianópolis-SC, 25 a 28 de julho de 2016. 10 pp.

REIS, M. **Química**. Vol. 1. PNLD 2015, Editora Ática. São Paulo, SP: 2014. 320 pp.

SILVA, F. C. P. **Percepção tátil de objetos do cotidiano: estudo de caso no reconhecimento de formas geométricas e a representação gráfica de cegos congênitos** (Dissertação de Mestrado). UFPR: Curitiba-PR, 2015. 188 pp.



## SOLUÇÕES QUÍMICAS: A ABORDAGEM DO CONHECIMENTO QUÍMICO ESCOLAR NOS ANAIS DO ENEQ (2010-2016)

*Sheila de Araujo  
Rozana Gomes de Abreu*

As metodologias empregadas na área de Ensino de Química são muito discutidas como forma de possibilitar uma aprendizagem mais significativa aos alunos. No entanto pouco se discute sobre a importância de determinados conhecimentos para a vida desses sujeitos e tampouco quais são os critérios de seleção dos conhecimentos escolares. Além dessas questões, julgamos igualmente importante refletir sobre as contribuições do conhecimento químico escolar para a vida do aluno.

Estamos vivendo em uma sociedade do conhecimento que possui a tecnologia e a informação em suas mãos, assim se faz necessário repensar algumas metodologias de ensino e quais conhecimentos são ofertados dentro dos espaços formativos de ensino. Esse repensar é necessário tendo em vista que a sociedade mudou, seus interesses sociais mudaram e, consequentemente, os interesses dos alunos pela escola também foram modificados (POZO e CRESPO, 2009). Tais mudanças nos leva a refletir sobre os conteúdos que estão inseridos no currículo escolar.

Entendemos que o currículo escolar é um instrumento formado por um conjunto não neutro de conhecimentos, cuja seleção foi feita por alguém ou pela visão de um grupo, que os considera como importantes e os legitima no momento de sua constituição (APPLE, 1999). Nessa organização, existe uma tensão entre os interesses e demandas dos diferentes sujeitos que participam do processo de seleção e elaboração do currículo e dos sujeitos que são afetados diretamente por esse processo.

Para Chassot (1995) o conhecimento científico ministrado nas salas de aula é desvinculado da realidade do aluno, gerando uma perda significativa no processo de descoberta ao conhecimento. Podemos entender que essa desvinculação é reflexo das tensões geradas por meio da criação dos currículos. Pozo e Crespo (2009) corroboram os argumentos de Chassot, ao discutir como o ensino de ciências possui uma centralidade nos conhecimentos específicos:

“O que é possível fazer é formar os futuros cidadãos para que eles sejam aprendizes mais flexíveis, eficientes e autônomos, dotando-se de capacidades de aprendizagem e não só de conhecimentos ou saberes específicos, que geralmente são menos duradouros” (POZO; CRESPO, 2009, p.23).

De acordo com os autores, os currículos devem fornecer meios para que os alunos possam aprender a aprender, adquirindo estratégias e capacidades que os permitam transformar, reelaborar e reconstruir os conhecimentos apresentados. Nesse sentido, temos que refletir sobre a seleção e a organização do conhecimento dentro desses espaços formativos.

Tentando perceber como dado conhecimento químico é apresentado nos espaços formativos do ensino médio, nos detemos na

análise do tema Soluções. A escolha se deve à dificuldade constatada por uma das autoras desta pesquisa, ao longo de três anos, ao ministrar esse tema nas aulas de química para cursos preparatórios no município de Duque de Caxias-RJ. O tema é recorrente nos currículos do ensino médio e nas provas de acesso ao ensino superior, além de ser reconhecido como relevante para a constituição de outros conhecimentos químicos escolares.

Neste capítulo é apresentada a análise feita nos trabalhos referentes ao tema de Soluções, publicados no Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ<sup>6</sup>), com o objetivo de verificar quais são os conteúdos discutidos e as metodologias utilizadas, a fim de tentar compreender qual a importância desse conhecimento para a vida do aluno. Tomamos o ENEQ como opção de escolha para nossa análise, por ser um evento relevante dentro da comunidade de Ensino de Química e um dos principais meios de divulgação de trabalhos da área no Brasil, além de possuir um quantitativo elevado de trabalhos publicados no que se referem ao Ensino de Química.

Este capítulo se caracteriza como parte de uma pesquisa bibliográfica de mestrado para subsidiar as discussões sobre a importância do tema. Buscamos compreender as ênfases e os direcionamentos que são dados a esse conhecimento químico escolar dentro da área de Ensino de Química.

## O ensino de Soluções: potencialidades e limitações

É comum encontrarmos exemplos de diferentes tipos de soluções em nosso cotidiano, tornando fácil a compreensão do aluno. Porém

---

<sup>6</sup> O ENEQ é um encontro nacional bienal que foi realizado pela primeira vez em 1982, na Faculdade de Educação da Unicamp, sob a coordenação das professoras Roseli Pacheco Schnetzler e Maria Eunice Ribeiro Marcondes, pesquisadoras de grande referência para a área de ensino de química.

a complexidade aumenta quando o tema necessita de elementos de outras disciplinas, como Matemática e Língua Portuguesa, ao serem abordados tópicos como concentrações de soluções e diluição, por exemplo, (OLIVEIRA E VAZ, 2010).

O uso frequente de uma linguagem de difícil compreensão para expressar os significados dos conceitos e a valorização da memorização sem que ocorra uma aprendizagem mais significativa são alguns dos fatores apontados por Carmo, Marcondes e Martorano (2010) para as dificuldades encontradas no trabalho com esse conhecimento.

Apesar das dificuldades envolvidas, alguns pesquisadores (ECHEVERRÍA, 1996; CARMO; MARCONDES; MARTORANO, 2010; SILVA; EICHLER; PINO, 2012), defendem a importância do estudo de Soluções, pois o assunto possui potencial para promover a sistematização de conceitos previamente trabalhados na disciplina Química e que são necessários para a compreensão do tema (ligações químicas, misturas, substâncias, entre outros). Os pesquisadores defendem ainda que o tópico promove melhor entendimento de outros conceitos que serão estudados posteriormente a esse, como, por exemplo, eletroquímica e equilíbrio químico. Assim o estudo do tema Soluções é defendido como algo importante dentro do currículo escolar, porque integra uma sequência de conhecimentos considerados relevantes para a área da química. Mas será que o estudo de Soluções possui apenas a finalidade de embasar outros conhecimentos dentro do currículo escolar? Pensando nessa problemática, temos como um dos objetivos de dissertação desenvolver um produto de mestrado em que ocorra a associação do conhecimento químico com temas sociais que permeiam a vida cotidiana do aluno.

Para Niezer (2012), o estudo do tema de soluções possui também a necessidade de aproximação com o contexto social, de modo que permita ao aluno melhor entendimento do comportamento da

matéria, o ajude a compreender as atividades cotidianas, amplie sua interpretação sobre as transformações do mundo e o auxilie na tomada de possíveis decisões. Para que isso ocorra, a autora salienta que a apresentação do tema deve possuir familiaridade com o cotidiano do aluno, sem haver a extração excessiva dos aspectos quantitativos envolvidos no tema – os quais podem atrapalhar no processo de seu entendimento. Sobre os aspectos quantitativos, Echeverría (1996) relata em seu trabalho que grande parte das dificuldades centradas no entendimento conceitual de solução deve-se à valorização e priorização dos aspectos quantitativos que envolvem o tema.

A valorização pelos aspectos quantitativos é recorrente nos currículos. Por exemplo, na proposta curricular da rede pública de ensino do Estado do Rio de Janeiro (Currículo Mínimo) o tema Soluções é ministrado na 2º série do ensino médio, de forma que o aluno possa adquirir as seguintes habilidades e competências: conceituar e identificar a presença de suspensões, coloides e soluções no cotidiano; calcular e interpretar as principais formas de expressão da concentração - concentração comum (g/L), quantidade de matéria (mol/L), percentagem em massa e em volume, ppm e ppb (RIO DE JANEIRO, 2012). Ao analisar as habilidades e competências descritas, percebemos um viés pela classificação e quantificação dos tipos de soluções, tornando a aprendizagem desse conhecimento um pouco distante da realidade do aluno. Em contrapartida, ressaltamos que ensinar o tema priorizando somente os aspectos microscópicos envolvidos para a ocorrência do processo também pode não ser uma tarefa fácil de se realizar dentro dos espaços formativos de ensino (CARMO; MARCONDES, 2008).

A partir dessa breve exposição, verificamos que existem diferentes olhares para a análise do tema em questão voltado para o Ensino de Química. Na próxima seção, apresentaremos o levantamento realizado nos Anais do ENEQ.

## **Soluções químicas: analisando os Anais do ENEQ**

A coleta de dados foi realizada através de uma pesquisa exploratória documental, baseada nos trabalhos publicados nos anais do evento de 2010 a 2016, todos disponíveis através dos meios eletrônicos. Para selecionar os trabalhos que foram analisados, utilizaram-se palavras-chave que remetem ao tema de Soluções, como, por exemplo, soluções, soluções químicas, soluções aquosas, soluções eletrolíticas, solvente, solubilidade, diluição de soluções, diluição, titulação e dissolução. Cabe ressaltar que, devido ao número elevado de trabalhos que são publicados em cada edição do evento, essa foi a melhor opção para delimitar os trabalhos que seriam analisados. Entretanto temos ciência que, devido ao critério adotado, alguns trabalhos podem não ter sido contemplados nesta análise.

No mapeamento, foram registrados cinco trabalhos referentes ao ano de 2010, treze trabalhos nos anos de 2012 e 2014, e dezessete trabalhos no ano de 2016, totalizando, assim, quarenta e oito trabalhos avaliados nesse período que compõe nossa amostragem. Desse total, trinta trabalhos foram apresentados no formato de painéis (resumo) e dezoito no formato de comunicação oral (trabalho completo). Esse aumento gradual na publicação dos trabalhos pode evidenciar uma crescente preocupação por parte dos pesquisadores com relação ao tema em questão.

Com relação aos níveis de ensino, foram analisados quarenta trabalhos que desenvolvem atividades voltadas para o ensino médio, mostrando que ocorre grande preocupação em oferecer um ensino mais próximo da realidade do aluno nas séries em que ele possui um contato inicial com esse conhecimento. Nos cinco trabalhos destinados ao ensino superior (SILVA; EICHLER; PINO, 2012; SANTOS; SANTOS; CORTES JR, 2014; GUBERT *et al*, 2014; NAUJALES; SOUZA, 2016; JUNQUEIRA; MAXIMIANO, 2016), em que as discussões são realizadas nos períodos ini-

ciais do curso, isso ocorre devido a alocação das disciplinas que abordam esse conteúdo. Foram encontrados dois trabalhos destinados a Educação de Jovens e Adultos (EJA) (GUIMARÃES; DAVID, 2014; GUIMARÃES; MACHADO, 2016) e somente um destinado a um curso preparatório de vestibular (AGUIAR *et al*, 2012). A baixa ocorrência de trabalhos destinados à modalidade de Educação de Jovens e Adultos (EJA) ou de preparatório nos faz perceber que, muitas vezes, esses espaços não são considerados como formativos de ensino e geradores de discussões a cerca do conhecimento químico. Guimarães e Machado (2016) comentam sobre essa questão:

Mesmo com o aumento das pesquisas em Ensino de Química, propostas curriculares específicas para essa modalidade e que levem em consideração o processo de ensino aprendizagem dos jovens e adultos são raras. Acreditamos que seja necessário pensarmos em um Ensino de Química que permaneça além da etapa escolar (GUIMARÃES E MACHADO, 2016, p.3).

Concordando com as autoras, destacamos que esses espaços apresentam dificuldades iguais ou até maiores do que as encontradas frequentemente nas escolas ou universidades, sendo necessário discutir o ensino naqueles contextos também.

Os quarenta e oito trabalhos estão distribuídos pelas seguintes áreas: vinte e um trabalhos são direcionados à área de ensino e aprendizagem, sete são voltados para experimentação, sete abordam material didático, quatro são sobre tecnologias da informação e comunicação, dois mencionam bordam todas as áreas, dois trabalhos apresentam discussões sobre o ensino de química e inclusão, dois sobre ciência, tecnologia e sociedade e um trabalho voltado

área de currículo e aprendizagem. Essas divisões mostram como este tema possui potencial de abordagem diversificado, podendo contribuir para as discussões acerca do conhecimento e propiciar formação mais crítica para os alunos que dela tem contato.

Em grande parte dos trabalhos nota-se o uso variado de metodologias como forma de tentar aproximar o conteúdo de soluções à realidade do aluno (SANTOS; SICCA, 2010). Dentre as metodologias empregadas, citamos jogos, análises de material, estudos de casos, desenhos, análise documental, questionários, debates, resoluções de questões, experimentos, dinâmicas, simuladores e oficinas. A necessidade de reflexão sobre novas metodologias que dialoguem com a realidade dos alunos caminha na perspectiva de que a mudança promova um processo de ensino e aprendizagem que colabore para a ressignificação do conhecimento dentro currículo (NIEZER; FOGGIATO; FABRI, 2015).

Os tópicos discutidos através destas metodologias estão distribuídos da seguinte forma: dezesseis trabalhos discutem o conteúdo de soluções de um modo amplo, nove trabalhos abordam diluição, sete trabalhos falam sobre dissoluções, sete discutem solubilidade, cinco abordam os tipos de concentração de soluções (molaridade, massa/massa, massa/volume, e concentração comum), quatro abordam os conceitos de soluções eletrolíticas, três titulação, dois trabalhos discutem sobre preparos de soluções, um aborda as soluções coloidais, solubilidades de gases, titulometria de ácido e base, dissociação e solubilidade isotônica respectivamente. Os conceitos abordados não totalizam quarenta e oito tópicos, pois existem trabalhos que discutem mais de um conceito ou que abordam mais de um conceito ao mesmo tempo.

A abordagem dos trabalhos foi dividida em três categorias. A metodológica, que consiste em descrições de metodologias de en-

sino utilizadas na aplicação de atividades com os alunos, enquadrando-se como relatos de experiências. Conceitual, apresentando a discussão de um conceito a partir de uma atividade e bibliográfica, que traz o levantamento feito em qualquer meio documental (livro, *site*, documentos oficiais e outros).

Partindo dessas categorias, foram identificados quarenta e um trabalhos que fazem discussões metodológicas, os quais valorizam o uso da experimentação como melhor recurso para discutir a importância do tema, falam da motivação dos alunos em participar das atividades, discutem sobre as dificuldades dos aprendizes de modo superficial, relatam sempre que as atividades foram exitosas e pouco mencionam os erros e resultados inesperados.

Quatro trabalhos abordam diferentes discussões conceituais: uma atividade de caracterização e diferenciação para sistemas coloidais (THIES; MÜNCHEN; ADAIME, 2012); uma proposta de experimento que aborda a solubilidade de forma contextualizada e epistemológica (SÁ; NETO, 2012); uma atividade experimental discutindo titulações para alunos do ensino superior (GUBERT *et al*, 2014); uma proposta de material didático para a discussão de testes com soluções eletrolíticas (SANTIAGO *et al*, 2016).

Com relação aos levantamentos bibliográficos, Costa *et al* (2010) analisaram as representações do conceito de solução apresentadas nas imagens dos livros didáticos de Química aprovados no Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM/2007), sob a perspectiva do ensino inclusivo para alunos cegos e de baixa visão. Os autores também desenvolveram um modelo de representação visual adaptado para aqueles alunos, mas sem análise sobre sua utilização. Já Balmat e Soares (2016) apresentaram a análise de cinco vídeos aulas mais vistas sobre o tema no *Youtube*, detectando se existem erros conceituais em suas elaborações.

No mapeamento dos Anais, constatamos que as discussões sobre a importância de tal conhecimento para a vida dos alunos ocupam poucos espaços, assim como são poucos os trabalhos que buscam a análise dos aspectos qualitativos que envolvem o assunto. A maioria dos trabalhos reforça a legitimação do conhecimento em questão sem questionar qual a sua finalidade para o currículo escolar, ou seja, propõe atividades para facilitar o entendimento do conteúdo, mas não mostra um questionamento acerca dele compor o currículo escolar.

## O produto

A fim de alcançar significações mais efetivas para o conhecimento do aluno, o mapeamento aqui apresentado não serviu apenas para nos nortear acerca do que a comunidade de química discute a respeito do assunto, mas está servindo para auxiliar no desenvolvimento de um caderno temático. Este caderno será o produto da dissertação e conterá algumas atividades que permitam discutir tanto alguns tópicos do conteúdo químico de soluções, quanto abordar temas sociais presente na vida dos alunos, como por exemplo, o alcoolismo.

## Considerações finais

Verificamos que há um número expressivo de trabalhos que discutem sobre a temática em questão, mas em muitos deles não é notado uma preocupação em debater a seleção deste conhecimento e sua contribuição para a formação dos alunos. É notável que, em grande parte dos trabalhos analisados, ocorra uma naturalização sobre o tema Soluções. As dificuldades relatadas pelos trabalhos não se apresentam associadas à discussão sobre como compreender a finalidade desse tipo de conhecimento para o ensino médio, mas sim de determinada metodologia que talvez não fora bem aplicada ou bem explicitada para os alunos.

Dentre os diferentes tipos de metodologias utilizadas pelos pesquisadores a fim de lidar com as dificuldades recorrentes sobre o tema, a mais utilizada ainda é a experimentação de cunho científico como forma de validar e elucidar as teorias apresentadas em sala de aula. Poucos são os trabalhos que apresentam discussões sociais, contextualizadas com a realidade dos alunos, mostrando assim a importância desse conhecimento dentro do currículo escolar.

Entendemos que determinados tipos de conhecimento não deveriam constituir necessariamente o currículo escolar da educação básica, uma vez que são muito específicos do campo técnico ou acadêmico, como por exemplo, o conceito de titulações que é apresentado em dois trabalhos analisados. O professor deve compreender como diferentes conhecimentos químicos desempenham papéis diferenciados para cada espaço formativo (ensino médio, técnico, superior, preparatório ou EJA). Defendemos que o conhecimento químico sobre o tema Soluções deve propiciar aos alunos uma formação crítica do mundo, e não apenas repetir conhecimentos que só interessam a outros contextos ou a processos de classificação e exclusão.

Cabe, então, aos pesquisadores da área de Ensino de Química discutir a importância deste tipo de conhecimento presente no currículo escolar. É fundamental entender esse conhecimento como algo que possibilite ao aluno atingir certas capacidades e formas de pensar que não seria possível sem sua devida utilização. Partir dessa perspectiva significa, para professores e educadores, não trabalhar o conhecimento pelo conhecimento, mas sim caminhar na construção de significações mais efetivas para seus alunos.

## **Referências Bibliográficas**

AGUIAR, D. F; SILVA, A. L.; SANTOS, J. L.; AQUINO, K. A. S.; SILVA, L. A.; SILVA, R. C. Utilização de rótulos de reagentes

comerciais como estratégia para o ensino de soluções químicas. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, XVI ENEQ. Salvador: UFBA. Anais eletrônicos: <http://www.eneq2012.qui.ufba.br/>. 2012.

APPLE, M. W. A política do conhecimento oficial: faz sentido a idéia de um currículo nacional? In: MOREIRA, A. F. B; SILVA, T. T. *Curriculum, Cultura e Sociedade*. São Paulo: Cortez, 3<sup>a</sup>ed, 1999.

BALMAT, L. C.; SOARES, M. H. F. B. Análise documental de vídeos educativos na área de ensino de química: o conceito de soluções químicas. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, XVIII ENEQ. Florianópolis: UFSC. Anais eletrônicos: <http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/listaresumos.htm>. 2016.

CARMO, M. P.; MARCONDES. M. E. R. Abordando Soluções em Sala de Aula – uma experiência de ensino a partir das ideias dos alunos. *Química Nova na Escola*. São Paulo, n° 28, p.37-47, maio, 2008. Disponível em: <<http://qnesc.sbj.org.br/online/qnes-c28/09-AF-1806.pdf>>. Acessado em: 23 mar.2018.

CARMO. M. P.; MARCONDES. M. E. R.; MARTORANO, S. A. Uma interpretação da evolução conceitual dos estudantes sobre o conceito de solução e processo de dissolução. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. V.9. N° 1, p. 35-52. Maio, 2010. Disponível em: <[http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen9/ART3\\_VOL9\\_N1.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen9/ART3_VOL9_N1.pdf)>. Acessado em: 06 dez. 2017.

CHASSOT. A. I. *Catalisando transformações na educação*. Ijuí: Unijuí, 3<sup>a</sup>ed, 1995.

COSTA, G. C.; OLIVEIRA, A. C. V.; COSTA, N. C.; AGUIAR, C. D.; BAZON, F. V. M.; CORDEIRO, M.R.; KIILL, K. B. Modelo de representação visual para o conteúdo de solução: possibilida-

de de inclusão do aluno com baixa visão e cegueira. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, XV ENEQ. Brasília: IQ/UnB. Anais eletrônicos: <http://www.sbz.org.br/eneq/xv/listaresumos.htm>. 2010.

ECHEVERRÍA, A. R. Como os estudantes concebem a formação de soluções. *Química Nova na Escola*. Nº 3, p. 15-18, maio, 1996. Disponível em: <<http://qnesc.sbz.org.br/online/qnesc03/aluno.pdf>>. Acessado em: 23 mar.2018.

GUBERT, D. O. J.; JESUS. J.C.F.; BERTOLIN, M.H.; NICOLINI, J.; NICOLINI, K.P. Uso de pipetas graduadas como alternativa didática para titulações ácido-base utilizando o Indicador Misto de Yamada para monitorar a reação. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, XVII ENEQ. Ouro Preto: UFOP. Anais eletrônicos: <http://www.eneq2014.ufop.br/sgea/pg/index>. 2014.

GUIMARÃES, A. C.; DAVID, M. A. Soluções Isotônicas: uma Pesquisa Escolar como Proposta de Atividade Investigativa para a Compreensão de Conceitos Relacionados ao Estudo de Soluções para Alunos da EJA. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, XVII ENEQ. Ouro Preto: UFOP. Anais eletrônicos: <http://www.eneq2014.ufop.br/sgea/pg/index>. 2014.

GUIMARÃES, A. C.; MACHADO, A. H. Proposta de sequência didática para o estudo de soluções na educação de jovens e adultos In: Encontro Nacional de Ensino de Química, XVIII ENEQ. Florianópolis: UFSC. Anais eletrônicos: <http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/listaresumos.htm>. 2016.

JUNQUEIRA, M. M.; MAXIMIANO, F. A. Concepções de graduandos em química sobre as interações intermoleculares envolvidas no fenômeno da solubilidade. In: Encontro Nacional de Ensino

de Química, XVIII ENEQ. Florianópolis: UFSC. Anais eletrônicos: <http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/listaresumos.htm>. 2016.

NAUJALES, W. N. S.; SOUZA, A. R. Atividades práticas e EaD: material didático para titulações demonstrativas a distância. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, XVIII ENEQ. Florianópolis: UFSC. Anais eletrônicos: <http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/listaresumos.htm>. 2016.

NIEZER, T. M. *Ensino de soluções químicas por meio da abordagem ciência tecnologia-sociedade (CTS)*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2012.

NIEZER, T. M; FOGGIATO, R. M. C; FABRI, F. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade no ensino de soluções químicas: estudo sobre o tratamento da água. *Revista Ibero-Americana de Educação*. Vol. 68, nº 1, p 81-92, 2015. Disponível em: <<file:///C:/Users/User/Downloads/6855.pdf>> Acessado em: 04 dez. 2017.

OLIVEIRA. J. S.; VAZ. W.F. Combinando Tabuleiro, Cartas, Dados, Compras e Vendas no Ensino de Soluções Químicas - O Jogo Banco Químico. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, XV ENEQ. Brasília: IQ/UnB. Anais eletrônicos: <http://www.sbj.org.br/eneq/xv/listaresumos.htm>. 2010.

POZO. J. I.; CRESPO. M. A. G. *A aprendizagem e o ensino de ciências do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. Porto Alegre: ArtMed, 2009.

RIO DE JANEIRO. *Curriculum Mínimo 2012 - Química*. Secretaria Estadual de Educação do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://www.rj.gov.br>>. Acessado em: 06 dez. 2017.

SÁ, L. V.; NETO, H. S. M. Uma proposta experimental para o Ensino do Conteúdo de Solubilidade. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, XVI ENEQ. Salvador: UFBA. Anais eletrônicos: <http://www.eneq2012.qui.ufba.br/>. 2012.

SANTIAGO, E. F.; PRAXEDES, F. R.; LIMA, S. A. M.; GIBIN, G. B. Desenvolvimento e aplicação de um dispositivo para o estudo de soluções eletrolíticas. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, XVIII ENEQ. Florianópolis: UFSC. Anais eletrônicos: <http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/listaresumos.htm>. 2016.

SANTOS, I. F.; SANTOS, D. C.; CORTES, JR. L. P. Modelos para condução elétrica em solução eletrolítica propostos por estudantes de graduação. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, XVII ENEQ. Ouro Preto: UFOP. Anais eletrônicos: <http://www.eneq2014.ufop.br/sgea/pg/index>. 2014.

SANTOS, M. J. S.; SICCA, N. A. L. Química e Geociências: o estudo do ciclo da água e das soluções aquosas. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, XV ENEQ. Brasília: IQ/UnB. Anais eletrônicos: <http://www.sbj.org.br/eneq/xv/listaresumos.htm>. 2010.

SILVA, S. M.; EICHLER, M. L.; PINO, J. C. D. Concepções alternativas de calouros de química para o fenômeno da dissolução. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, XVI ENEQ. Salvador: UFBA. Anais eletrônicos: <http://www.eneq2012.qui.ufba.br/>. 2012.

THIES, R. F.; MÜNCHEN, S.; ADAIME, M. B. Efeito Tyndall: diferenciando soluções e colóides. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, XVI ENEQ. Salvador: UFBA. Anais eletrônicos: <http://www.eneq2012.qui.ufba.br/>. 2012.



# RESÍDUOS SÓLIDOS E A EDUCAÇÃO AMBIENTAL: DESAFIOS NA BUSCA DA TRANSDISCIPLINARIDE

*Mariana Berendonk  
Jussara Lopes de Miranda*

## 1. Introdução

A questão do descarte incorreto dos resíduos sólidos é um problema sério e urgente que precisa ser repensado, tanto pelos governantes quanto pelos cidadãos. A Política Nacional de Resíduos Sólidos e Política Nacional de Educação Ambiental, que amparam a gestão correta desses resíduos, precisam estar em consonância ao modo como a sociedade encara as relações de consumo.

A produção desenfreada de mercadorias e a diminuição do tempo de vida útil dos produtos têm tornado as pessoas cada vez mais reféns da troca sucessiva de materiais. Isso leva a um colapso no destino final desses produtos, que, na maioria das vezes, acabam nos lixões, aterros ou até mesmo são queimados. Há, atualmente, portanto, uma relação intrínseca entre o consumo exacerbado de mercadorias com a situação econômica de uma dada população – quanto mais se consome, mais produtos tendem a ser inutilizados. Ou seja, aspectos culturais e econômicos influenciam na cadeia produtiva e na geração de resíduos.

A partir da década de 1970, foram realizadas várias discussões e debates mundiais a respeito dessas práticas consumistas que acabaram gerando consequências ao meio ambiente. Tivemos a realização no Brasil da Conferência Rio 92, com a proposição da Agenda 21, na qual foram estabelecidas metas para proteger os recursos naturais e promover o consumo sustentável (GODECK, et al., 2012, p. 1702). Novas ações precisaram ser pensadas, assim como novas políticas ambientais, a fim de minimizar os impactos que a geração de resíduos e, consequentemente, seu destino final venham a ocasionar, seja na saúde da população, seja na poluição da água, do ar e do solo. As iniciativas necessárias para atingir esse objetivo devem ser desenvolvidas por intermédio do Governo e das empresas produtoras, e também por meio da escola, que pode contribuir na elaboração de planos de ação voltados para a educação ambiental na área de resíduos sólidos.

Nesse sentido, faz-se necessária a transformação por parte dos sujeitos participantes, a partir do trabalho colaborativo entre toda a comunidade escolar: a tomada de consciência e a busca por novas formas de ação.

Foi com essa motivação que apresentamos, aqui, o projeto “*A Arte no Lixo*”, elaborado por nosso grupo, com o intuito de corroborar o desenvolvimento de práticas de educação ambiental na escola, segundo um viés crítico-social. O projeto a *A Arte no Lixo* foi desenvolvido em parceria com duas escolas do ensino médio, localizadas no município de Duque de Caxias, RJ, nos anos de 2016 e 2017.

## **2. Abordagem Transdisciplinar e o desenvolvimento do Trabalho em equipe no contexto do Projeto**

“A Arte no lixo”, título do projeto, se apresenta como o seu próprio tema gerador, ou seja, a abordagem dos resíduos sólidos de

modo abrangente, científico, econômico, social, geográfico, histórico e artístico. O projeto foi desenvolvido durante o período de um ano, em duas escolas do município de Duque de Caxias, RJ. Começando de trás para frente, iremos destacar o principal “legado” do projeto: a participação ativa das comunidades escolares, incluindo professores, coordenadores, diretores, alunos e familiares. A participação e engajamento de diferentes disciplinas foram fomentadas e concretizadas, envolvendo as ações com a Biologia, a Matemática, a Língua Portuguesa, a Geografia e a Química, tendo assim como características marcantes a promoção dos saberes interdisciplinares e a abordagem temática de modo transdisciplinar.

A transdisciplinaridade vem em concordância com a teoria da Complexidade, devido ao avanço do conhecimento no século XXI, contrapondo-se à fragmentação dos saberes, ou seja, as duas teorias promovem a religação dos saberes que estão individualizados, fechados nos seus próprios limites e disciplinas (SANTOS, 2008, p. 71), nas suas “caixinhas” que impedem a visão do todo, do conhecimento complexo como naturalmente é.

Partindo desta premissa, entende-se que a transdisciplinaridade vai em sentido ao princípio holográfico, no qual *tanto o todo está contido nas partes, quanto as partes estão contidas no todo* (MORIN, 2003, p.94). Há uma relação muito elevada que permeia as disciplinas de maneira mais abrangente, levando em consideração a realidade social e econômica do próprio indivíduo. Sobre isso, os Parâmetros Nacionais do Ensino Médio abordam que a integração entre variadas formas de conhecimento pode realmente criar espaços para motivação, no que concerne à resolução de problemas, que têm relação direta com a vida da comunidade (BRASIL, 2000 p. 22).

Baseando-se nos princípios da interdisciplinaridade e transdisciplinaridade, a corrente de educação ambiental adotada neste projeto foi a da crítica social, visando promover a conscientização e participação da comunidade escolar na questão premente dos resíduos sólidos urbanos, com a inserção socioambiental crítica. A metodologia proposta e aplicada foi a participativa interacionista, na qual os docentes foram incentivadores e mediadores das atividades desenvolvidas. Os discentes participantes, que abrangeram os três anos do ensino médio, foram subdivididos em grupos profissionais e não em áreas disciplinares, com o objetivo de contribuir para o rompimento dos limites disciplinares.

Deste modo, foram propostos e formados os grupos dos ambientalistas, dos químicos, dos arquitetos, dos fotógrafos, dos repórteres, por exemplo. Cada grupo foi orientado por um ou mais docente que trabalhou colaborativamente e de forma integrada com os demais. Toda a comunidade escolar foi sendo envolvida gradativamente com as atividades dos grupos de discentes. Sendo assim, o trabalho colaborativo se concretizou na forma de atividades e propostas em equipe de docentes e de discentes. O aluno passa a ter um papel mais ativo nas atividades, propondo, fazendo, elaborando apresentações e ações do projeto, sendo planejador e autor das suas próprias atividades, fomentando, assim, o diálogo nas relações de ensino e aprendizagem (TORRES, et al., 2014, p. 2355).

### **3. Referenciais Teóricos: Paulo Freire e Edgar Morin**

A educação ambiental voltada para sustentabilidade é considerada como o respeito a todas as formas de vida existentes e também é vista como um movimento de aprendizagem permanente. Além disso, por meio da educação ambiental, valores e ações podem ser alcançados, proporcionando transformações sociais e ambientais em níveis local e global (TOZONI-REIS, 2006, p. 96).

Neste viés, considera-se que o pensamento de Paulo Freire entra em consonância e sinergia com a educação ambiental, visto que está voltado para a práxis de modo transdisciplinar, dando importância à realidade social. Em sua obra *Pedagogia da Autonomia*, Freire aborda sobre a questão de ensinar que exige a assimilação da realidade, ou seja, a necessidade de qualificar as variadas dimensões que direcionam a prática pedagógica. Isso exige uma reflexão, que, segundo Freire, começa quando “o ser humano se torna consciente de seus atos e busca através da capacidade de aprender, uma forma para intervir e transformar a realidade, reconstituindo-a” (FREIRE, 1996, p. 68). No contexto de suas ideias, Freire ressalta ainda a tarefa e o desafio do educador dialógico, contrapondo-se à prática da educação bancária, na qual os conteúdos são transmitidos e não problematizados. Sendo assim, a investigação no viés de temas geradores torna-se premissa básica no processo de aprendizagem.

A proposição da abordagem através e pela realidade social do aluno, feita por Freire, tem grande consonância com o conhecimento pertinente e a complexidade expostos por Morin (2011, p. 39). O recorte isolado das disciplinas, segundo Morin, impossibilita apreender “o que está tecido junto”, ou seja, o real, o complexo (MORIN, 2011, p.38). Morin, em sua obra *Os sete saberes necessários à Educação do Futuro*, aborda que “o conhecimento pertinente deve enfrentar o que é o complexo e promover a união entre o que é uno e o que é múltiplo, a fim de concretizar ligação entre as partes e o todo, e o todo às suas partes” (MORIN, 2011, p.38).

Na direção oposta ao pensamento complexo, tem-se a formação isolada das disciplinas nas suas “caixas sem aberturas”, dentro cada uma delas dos seus próprios e inquestionáveis saberes. Segundo Morin (2011), erramos e continuaremos a errar ao tentar ensinar certezas das soluções já sabidas e ao não fomentarmos a

reflexão e discussão dos nossos problemas planetários atuais – os nossos verdadeiros desafios.

É nesse eixo que o pensamento dos referenciais teóricos adotados no projeto tem como convergência a temática *Resíduos Sólidos e Sociedade*, uma questão a ser discutida, refletida, apreendida e difundida no âmbito da interdisciplinaridade e transdisciplinaridade, no intuito de fomentar ações em educação ambiental, respaldando a emancipação e a construção de sociedades democráticas (LOUREIRO, 2007).

#### **4. Metodologia de Ação no viés da Educação Ambiental Crítica**

Antes de abordarmos sobre a metodologia em si, situaremos duas vertentes em educação ambiental, que se contrapõem uma a outra. A primeira é a educação ambiental conservadora, que, segundo Sauvé (2005), é uma corrente voltada para a preservação da natureza e de seus recursos, como rios, água, solo, energia, plantas, ou seja, tem como evidência a conservação do meio ambiente e de sua gestão em detrimento do homem. Já a corrente crítica, referenciada pela mesma autora, voltada para o campo da resolução de problemas locais e seu desenvolvimento, é permeada por uma pedagogia de projetos, fundamentais para a promoção da ação. As temáticas propostas são contextualizadas e dialogadas por meio de saberes, tanto formais quanto ligados ao senso comum, e advindo das experiências humanas. É por isso que o projeto em resíduos sólidos é pautado nessa última corrente.

Segundo Loureiro, existem três principais desafios enfrentados pelas escolas no que condiz ao desenvolvimento de práticas em educação ambiental no viés crítico. O primeiro é repensar os objetivos das práticas aplicadas à educação ambiental, não somente no sentido de conscientizar, mas também sob o aspecto da própria

‘conscientização’, conforme referenciado por Freire, para que haja um ciclo de diálogo, reflexão e ação, no qual o indivíduo possa fazer a leitura do mundo e intervir neste (LOUREIRO, 2007). O segundo desafio é repensar como o currículo está engessado atualmente nas escolas, sob o teto das disciplinas, estando compartmentalizado e impregnado pelo sistema imposto por uma classe dominante, sem ensejar a comunicação entre as disciplinas e sem abordar as temáticas da educação ambiental de modo real. Já o terceiro desafio é a participação e atuação dos educadores nas tomadas de decisões, nas elaborações de políticas públicas e na inserção de projetos pedagógicos na comunidade escolar e fora dos muros das escolas também.

O escopo do projeto realizado na escola, no âmbito da educação ambiental crítica, está intrinsecamente vinculado aos referenciais teóricos adotados neste trabalho. O cerne da problematização da realidade, dos valores e das atitudes faz sentido quando vinculado às propostas de Freire. Já a dimensão do que é complexo, do contraditório, do conhecimento que é realmente pertinente está em concordância com as proposições de Morin. Diante do exposto, a metodologia deste trabalho pauta-se na pesquisa-ação e proativa (TRIPP, 2005, p. 448).

O projeto *A Arte no Lixo* foi dividido em duas fases distintas: a primeira realizada em instituição pública de ensino e a outra em instituição privada. Ambas as fases seguiram o rigor da elaboração de um plano de ação, no intuito de trabalhar na concretização do objetivo geral do projeto, que permitisse aos professores participantes as sugestões de ideias, elaboração de estratégias junto à equipe, debates promovidos durante as reuniões e elaboração de um calendário contemplando o cronograma escolar. Sendo assim, elencaremos aqui, por meio do plano de ação, quais foram as principais atividades desenvolvidas divididas por fases do projeto (Figura 1).

## **1) Plano de Ação- Fase 1 e 2 (Escola Pública e Privada)**

O plano de ação proposto neste trabalho, começando nas atividades do projeto e tendo como produto educacional as videoaulas, enseja a promoção de práticas voltadas para conscientização e novas mudanças de atitudes da comunidade escolar. O projeto, dividido em fases, abriu um leque de possibilidades para a atuação do docente em sala de aula – ou até mesmo fora desta, já que novas práticas puderam ser revistas, a partir de debates de novas ideias que surgiram em reuniões com os docentes. Além disso, a dinâmica de trabalho entre os alunos, com a gestão dos professores, foi crucial para o processo de humanização e espírito de trabalho em equipe, tão importante na educação ambiental. Com isso, as diferentes atividades foram desencadeadas na escola pública (Quadro 1) e na escola privada (Quadro 2), ambas de ensino médio, conforme explicitado a seguir.

### **Fase 1**

- 1.1. Debates e apresentação do Projeto e sua finalidade na comunidade escolar.
- 1.2. Elaboração de reunião com os discentes.
- 1.3. Recolhimento da proposta dos professores.
- 1.4. Escolha das atividades no âmbito interdisciplinar entre a Língua Portuguesa e a Química.
  - 1.4.1. Documentário Lixo Extraordinário na aula de Química e aplicação de questionários sobre o tema “LIXO”.
  - 1.4.2. Oficina de Reciclagem de Papel em uma aula contextualizada: aplicação de questionário de sondagem investigativa.
  - 1.4.3. Abertura de mesa-redonda com o protagonista do filme *Lixo Extraordinário*, abordando as questões sobre lixo e sociedade e os seus impactos ocasionados na comunidade”.

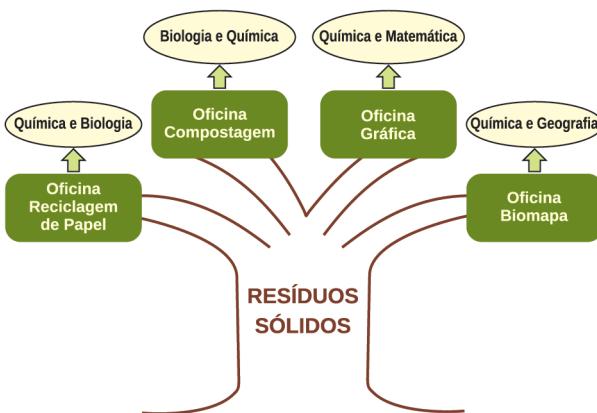
**Quadro 1:** Fase 1 do projeto A arte no Lixo.

## **Fase 2**

- 1.1. Aula contextualizada sobre compostagem: Aula de Biologia.
- 1.2. Oficina de compostagem: construção de um minhocário.
- 1.3. 1<sup>a</sup> Aula cultural ecopedagógica no Laboratório de Agroecologia e Permacultura (LAVAPER – UFRJ), promovendo a interdisciplinaridade entre as disciplinas participantes.
- 1.4. Semana de coleta de resíduos sólidos nas residências dos discentes: aula de matemática contextualizada – elaboração de gráficos sobre a semana.
- 1.5. 2<sup>a</sup> Aula cultural: visita técnica ao aterro sanitário de Nova Iguaçu (Haztec), promovendo a interdisciplinaridade entre as disciplinas participantes.
- 1.6. Oficina de biomapa: um olhar para o bairro.
- 1.7. Culminância das atividades na Feira do Conhecimento.
- 1.8. Elaboração do produto educacional – videoaulas.

**Quadro 2:** Fase 2 do projeto *A arte no Lixo*.

A elaboração do produto educacional começa a partir da fase 2 do projeto. O objetivo do produto vídeo-aula, segundo Móran (1995, p.30) tem três proposituras: o de ser trabalhado como conteúdo de ensino de forma indireta, com diferentes abordagens interdisciplinares; o uso do vídeo como sensibilizador e motivador na introdução de um novo conteúdo e como recurso na produção ou documentação no registro de experiências e aulas. Sendo assim, problematizar e contextualizar a temática *resíduos sólidos* desenvolvidas durante as atividades do projeto *A Arte no Lixo*, utilizando o recurso de vídeo, pode ser um meio eficiente de utilização por outros professores para seu planejamento, ou até mesmo inserção da parte social nas aulas tanto de Química, quanto de outras disciplinas.



**Figura 1:** Proposição das atividades árvore desenvolvidas no projeto A Arte no Lixo.

## 5. Proposta do Produto Educacional

O produto educacional proposto consiste, assim, na elaboração de vídeos ambientais pelos professores participantes do projeto, como forma de hipermídia (SILVA, 2012, p.14). O vídeo, como um recurso pedagógico, não só traz a possibilidade da comunicação por meio da linguagem falada, mas favorece também maior possibilidade de lidar com imagens que utilizam diversos efeitos visuais, como animações e gráficos, tornando a aprendizagem mais atraente (MÓRAN, 1995, p. 28). A divulgação científica através destes vídeos, abordando a temática resíduos sólidos, ganha uma nova dimensão, procurando contribuir para a discussão ambiental para outros espaços escolares e até não escolares. Serão gravados quatro vídeos elaborados por cada um dos docentes sobre a explicação da metodologia das atividades desenvolvidas durante as oficinas, em conformidade com a fase 2 do projeto, no qual efetivamente aconteceu a culminância da feira do conhecimento em unidade particular de ensino. Esses vídeos serão posteriormente editados, juntamente com a sequência de aulas em *slides*, e encaminhados para serem disponibilizados como recursos educacionais no portal do professor, na plataforma de Ensino MEC.

## **6. Conclusão**

Realizar projetos na área da educação ambiental pode ser uma valiosa proposta para alavancar novas estratégias de ensino e, consequentemente, contribuir para uma nova visão de leitura de mundo – tanto por parte dos alunos, quanto por parte dos professores. Projetos com temas geradores, de acordo com o levantamento das necessidades locais, aprimoraram a formação docente no respaldo a suas atividades em classe no âmbito transdisciplinar. Não obstante os pontos positivos, vários outros fatores devem ser levados em consideração, como gestão de uma equipe na escola que tenha disponibilidade e empenho de trabalhar em grupo, pois isso faz toda a diferença para o sucesso das práticas em educação ambiental. Ademais isso não deve partir somente dos docentes, pois é preciso que haja engajamento dos discentes na participação voluntária, incentivando-os na práxis, na reflexão, nas críticas.

A partir da metodologia adotada no projeto *A Arte no Lixo*, com o tema gerador Resíduos Sólidos, pôde-se observar que o desenvolvimento das oficinas associadas às aulas contextualizadas mostrou-se bem satisfatório na sua discussão em sua dimensão ambiental, colaborando também para a formação do professor enquanto educador perante a emergência social e humanizadora. Os resultados apresentam impacto positivo na comunidade escolar, a partir da sequência de variadas atividades que conseguiram ser alcançadas pela maioria do corpo docente e alunos que envolveram uma ou várias oficinas concomitantemente. Isso não só demonstra que motivar a participação e a aprendizagem é possível, assim como construir em conjunto, a partir de diálogo e ações, com novas metodologias e práticas de ensino imersas com as problemáticas locais da comunidade. Além disso, uma parte do relato dessas experiências pode ser divulgada por meios tecnológicos, como exibição de videoaulas, em rede, o que poderá colaborar para acesso de usuários globais conectados, facilitando a troca de informações.

## **7. Referências Bibliográficas**

**BRASIL.** Ministério da Educação – MEC. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio).** Brasília, MEC, 2000.

**FREIRE, P.** **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa.** 39<sup>a</sup> edição. 148 p. Editora paz e Terra, SP 1996.

**GODECKE et al.** **O consumismo e a geração de Resíduos Sólidos urbanos no Brasil.** Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental. UFSM, Cascavel. V. 8, n.8. p. 1700-1712, 2012.

**LOUREIRO, C.F.B.** **Educação ambiental crítica: contribuições e desafios.** Texto a ser publicado em MEC/MMA. Vamos cuidar do Brasil, conceitos e práticas em educação ambiental na escola. Brasília, 2007.

**MORÁN, J. M.** **O vídeo na sala de aula.** Comunicação e educação. v. 2, p. 27-35, 1995.

**MORIN, Edgar,** 1921- **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento,** 8<sup>a</sup> edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 128p.

**MORIN, Edgar.** **Os Sete Saberes Necessários à educação do Futuro.** Editora Cortez, , 2<sup>a</sup> edição, SP, 102 p., 2011.

**SANTOS, A.** **Complexidade e Transdisciplinaridade em Educação: cinco princípios para resgatar o elo perdido.** Revista Brasileira de Educação. UFRRJ. Laboratório de estudos e pesquisas transdisciplinares.V. 13, n 37, 2008.

**SAUVÉ, L.** **Uma Cartografia das correntes em educação ambiental.** Educação Ambiental - Pesquisa e Desafios. Editora Artmed, 2005.

SILVA, Marco. **Sala de Aula Interativa: educação, comunicação, mídia clássica.** Editora Loyola, 270 p. 6<sup>a</sup> edição, SP, 2012.

TOZONI-REIS, M.F.C. **Temas ambientais como “temas geradores”: contribuições para uma metodologia educativa ambiental crítica, transformadora e emancipatória.** Revista Educar, n. 27, p. 93-110. UFPR, 2006.

TRIPP, David. **Pesquisa-Ação: Uma introdução metodológica.** Educação e Pesquisa. V. 31, n.3, p. 443-466, São Paulo, 2005.

TORRES, et al. **Implantação da metodologia híbrida (*blended-learning*) de educação numa instituição de ensino privada.** ESUD 2014 – XI Congresso Brasileiro de Ensino Superior a Distância. Florianópolis, SC, UNIREDE.



# O ANTROPOCENO E A ÁGUA COMO MOEDA SOCIAL: UMA PROPOSTA MEDIADORA PARA O ENSINO DE QUÍMICA

*Caroline Ferreira Santos Rodrigues  
Jussara Lopes de Miranda*

## **Introdução - *O Antropoceno***

Recentemente, houve a proposição de vários pesquisadores de que nós estejamos numa nova era geológica – o Antropoceno, uma era na qual a humanidade tem efeitos de impacto global no planeta (ARTAXO, 2014). Colocando-se ao “pé da letra”, a palavra *Antropoceno* desdobra-se no prefixo “antropo” que significa humano e o sufixo “ceno” que denota período geológico. Apesar dos seres humanos terem afetado o ambiente ao longo da História, o Antropoceno assume a definição da era da “marca” geológica dos seres humanos na Terra, devido a mudanças significativas que ocorreram globalmente no planeta, nas esferas da atmosfera, solos e oceanos, caracterizados por aquecimento global, diminuição da biodiversidade, alterações na dinâmica dos oceanos e das geleiras e aumento dos resíduos sólidos, especialmente plásticos e microplásticos. Essa era – a sucessora do Holoceno – foi proposta por pesquisadores desde os anos 80, ganhando maior divulgação com as publicações do químico Paul Cruzten (Prêmio Nobel de Química em 1995), nos anos 2000 (STEFFEN, 2000) e tomando cada vez mais foco em discussões e debates em fóruns científicos.

As mais significativas modificações de marcas planetárias começaram a ocorrer a partir do século XIX, especialmente após a Revolução Industrial, com a eclosão de um grande crescimento populacional, associado a um rápido desenvolvimento econômico e produção industrial, fomentado pela queima crescente de combustíveis fósseis. A demanda pelo crescimento econômico e consumo energético se projetou numa escala praticamente exponencial, chegando à situação atual, na qual já se constata o comprometimento do uso dos recursos naturais para as gerações futuras (ECODEBATE, 2015). A necessidade da divulgação, da discussão e da reflexão acerca do Antropoceno se torna premente para a tomada de consciência e de atitudes, não somente a partir das instituições governamentais, mas também do mundo científico e da sociedade.

Como precisamos atravessar e, por vezes, destruir barreiras entre mundo científico e sociedade, diversos projetos de divulgação sobre o que é o Antropoceno têm sido realizados. Um bom exemplo disso é a Exposição Permanente sobre o Antropoceno que expõe vídeos com informações atualizadas sobre as causas e consequências dessa nova era da força planetária humana (Museu do Amanhã, 2017; Issberner, 2017).

## O Antropoceno e a Água

A Era do Antropoceno tem um impacto marcante nos recursos hídricos mundiais, à medida que a humanidade tem um histórico crescimento dos grandes centros urbanos em função do acesso à água disponível. O uso da água para grandes demandas de irrigação para a agricultura, a contaminação dos rios pelos resíduos industriais e esgoto sanitário têm comprometido – e muito – a disponibilidade a seu acesso. Isso se agrava quando analisamos que cerca de somente 2% da água de nosso planeta é doce, estando 26% presente na América do Sul (MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017), sen-

do o restante constituído por água do mar, imprópria para o consumo humano direto (BRANCO, 2003). Ainda assim, de acordo com a Unesco, cerca de 1 bilhão de pessoas não têm acesso à água potável – uma das grandes vulnerabilidades sociais do nosso século.

O Brasil possui 13,7% da água doce do planeta, contendo bacias hidrográficas importantes, como a Bacia Amazônica e a do Pantanal (MMA, 2017). Mesmo assim, esse bioma está ameaçado, pois menos de 3% de seu território é protegido integralmente por lei - Organização das Nações Unidas (ONU) (ECODEBATE, 2015).

### **A Água como “moeda” social e o contexto Brasil**

A água e o seu acesso ganham uma dimensão política e social de importância local e planetária, sendo decisiva para a sobrevivência das populações atuais, especialmente as menos favorecidas socialmente, bem como para as gerações futuras. Assim a água assume a importância como “moeda social”, ou seja, é condição de sobrevivência da sociedade, da humanidade, essência para o desenvolvimento sustentável e inclusão social, estando contemplada nos *Objetivos do Desenvolvimento Sustentável do Milênio*, conhecidos pela sigla ODS, publicados pela ONU, em 2015 (ONUBR, 2017).

O Brasil, considerado internacionalmente como uma potência das Águas, tem enfrentado sérios problemas de distribuição e acesso à água, agravados mais recentemente, no Nordeste e nos grandes centros urbanos, como Rio de Janeiro, São Paulo e Brasília.

A Lei das Águas, que completou 20 anos em 2017 (ANA, Lei nº 9.433, de 1997), instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh) no Brasil. De acordo com a lei, a água é de domínio público, tem valor econômico, o seu uso prioritário é para

o consumo humano e a sua gestão deve ser descentralizada, com a participação da comunidade e dos usuários, além do Governo.

## A Qualidade da água no Brasil

Os problemas em relação à preservação das nossas águas são mais recorrentes ao longo da nossa história. As questões históricas da qualidade da água no Brasil estão associadas principalmente à falta de tratamento de esgoto e à poluição proveniente dos resíduos e efluentes da indústria e da agricultura (TERA, 2013).

A ONG SOS Mata Atlântica divulgou, em 2014, que a água é ruim ou péssima em 40% dos 96 rios, córregos e lagos, avaliados em sete estados brasileiros, e apenas em 11% a qualidade é boa (ONG SOS MATA ATLÂNTICA, 2015). Nas áreas urbanas, segundo a Agência Nacional das Águas (ANA), os percentuais de qualidade ruim e péssima são 32 % e 12%, respectivamente, enquanto o de boa corresponde a 24% (ANA, 2015). No entanto, a própria ANA reconhece que há falta de informação sobre a qualidade dos recursos hídricos no Brasil e que, segundo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, apenas 43% do esgoto gerado no Brasil são coletados e tratados (ANA, 2018).

Nos anos de 2014 e 2016, não somente o Nordeste, mas o Sudeste do Brasil enfrentou problemas de falta d'água, quando os noticiários anunciaram a *crise hídrica* na cidade de São Paulo e posteriormente, no Rio de Janeiro. Um primeiro questionamento pode ser feito sobre essa crise hídrica: pode-se atribuir suas causas exclusivamente à falta de chuvas, ou seja, às mudanças climáticas? De acordo com Pereira e Tocchetto (2006 apud ARAÚJO et. al., 2015) as razões dessa crise foram a “má administração dos recursos hídricos, associada ao aumento da população, à ineficiência e ao desperdício de água em irrigação e uso inadequado das terras e desmatamentos”.

Além disso, o desmatamento – inclusive das matas ciliares – impede que as águas pluviais penetrem nos lençóis freáticos. Esse fenômeno aumentou consideravelmente desde que o Código Florestal foi revisado em 2012, e as matas ciliares puderam ser reduzidas à metade. No Brasil, ainda existem os chamados rios voadores: “*grandes massas de vapor de água formados no oceano Atlântico que aumentam ao absorver a umidade da Floresta Amazônica.*” (ECODEBATE, 2015). Os rios voadores seriam os grandes responsáveis pela formação das chuvas; porém o crescente desmatamento das áreas florestais acarreta na diminuição dos índices pluviométricos, principalmente no Sudeste.

Vale ressaltar que poucas medidas foram tomadas em relação à crise hídrica e, em sua maioria, foram associadas à economia de água por parte da população (TERA, 2013). Por razões de cunho econômico, os setores da agricultura e indústria que, juntos respondem por 90 % do uso da água tratada em nosso país, não foram penalizados ou incentivados a reduzir seu consumo de água ou ainda a implantar projetos de reuso de água.

### ***“Passarinho na gaiola” – o desastre de Mariana, 2015***

Mesmo assim, enfrentamos diversos problemas em relação à proteção aos recursos hídricos no país, como por exemplo, o ocorrido em Mariana (MG), em 2015, considerado o mais grave desastre ambiental na história do país. Segundo o IBAMA, o desastre de Mariana foi o maior vazamento de minério já registrado no mundo (FOLHA, 2017).

Após dois anos do “acidente” de Mariana, há mais incertezas e falta de informação do que soluções para a população atingida que se encontra ainda perdida e sem perspectiva (O GLOBO, 2015). “Passarinho na gaiola” - é a expressão da maioria da população atingida pela lama que, em novembro de 2015, lançou 34 milhões

de metros cúbicos de rejeito de minério de ferro no ambiente, proveniente da operação da Samarco, *joint venture* entre a Vale e a anglo-australiana BHP Billiton, a maior empresa de mineração do mundo (ZHOURI, 2016). Mesmo depois de ter matado pessoas e afetado o ecossistema, após dois anos, a população não sabe se pode consumir a água ou os peixes do rio Doce, a partir do qual tinha sua sobrevivência. Em vez disso, o medo, depressão e exclusão social tomam conta da vida de muitos deles (FOLHA, 2017).

### **Educação Ambiental**

A Educação Ambiental (EA) (GUIMARÃES, 2011) assume, nesse contexto, extrema importância para a discussão, conscientização e tomada de atitudes que a sociedade, como um todo, deve ter a respeito da preservação dos mananciais, das reservas florestais e de tudo o que impacta na manutenção do fluxo hídrico e do ciclo da água. Investindo na conscientização do cidadão, pode-se ensejar que ele pense e aja em prol da preservação ambiental, dos recursos que o cerca, inclusive da água que consome, tornando-se consciente e questionador, exigente da proposição de políticas governamentais para a preservação dos nossos mananciais e recursos hídricos.

### **O Professor-mediador e o conhecimento pertinente**

Uma das formas de articular a educação ambiental, em sala de aula ou na comunidade, é por meio do processo de mediação. A “mediação”, segundo Vygotsky, promove o conhecimento, porque “é na interação entre as pessoas que em primeiro lugar se constroi o conhecimento, que depois será ‘intrapessoal’” (Vygotsky, 1998 *apud* VALENTIM, 2013).

Durante um processo de ensino-aprendizagem, a construção dos conhecimentos pode se dar de maneira que o educador atue

como auxiliar, fornecendo a seus alunos as ferramentas necessárias para essa construção, incentivando-os das mais diversas formas (VYGOTSKY, 1993, *apud* CENCI e COSTAS, 2013). Cabe ao docente observar e investigar os conhecimentos prévios dos alunos, intervindo para reconstituir-los (BERNI, 2006).

O desafio é o mediador flexibilizar sua metodologia às realidades da comunidade, ao contexto social, aos *saberes necessários* propostos por Paulo Freire (Freire, 2010), dando significado real ao conhecimento – o conhecimento complexo, real e, portanto, pertinente (MORIN, 2011).

## **O Projeto de Trabalho**

Na aplicação de uma proposta capaz de viabilizar o desenvolvimento da Educação Ambiental (EA), optamos pela mediação no papel do docente e do conhecimento pertinente e contextualizado, atuando em uma proposição de ações e intervenções com os alunos de uma turma do 2º ano do ensino médio de um colégio de ensino particular da Zona Norte do Rio de Janeiro. Os discentes foram orientados a pesquisar sobre a situação da crise hídrica, do tratamento e da qualidade da água, bem como sua importância vital para a sociedade. A abordagem contextualizada foi realizada por meio da mediação de reportagens e noticiários, abordando o problema da crise hídrica, por meio de debates com alunos de ensino médio.

Este estudo teve como proposta principal a abordagem da temática água, crise hídrica do país e a importância do tratamento e da qualidade da água para a sociedade atual, através da educação ambiental viabilizada por mediação, em prol da conscientização do consumo e qualidade de água, contextualizando-os no ensino de química.

## **Metodologia do Projeto**

O projeto foi desenvolvido e mediado por uma pesquisa-ação (FRANCO, 2005), com turmas do 2º ano do ensino médio de uma escola de ensino particular localizada no bairro de Colégio, Zona Norte do Rio de Janeiro, durante três meses, em um total de sete encontros. Sua culminância ocorreu com a apresentação do Projeto de Ciências para a comunidade escolar. A participação direta envolveu 21 alunos, apresentando os resultados de suas pesquisas para as outras seis turmas do ensino médio e para a comunidade escolar. No dia da apresentação para a comunidade, o público total foi contabilizado em torno de 1000 visitantes.

As etapas do desenvolvimento do projeto são apresentadas a seguir, no Quadro 1.

<b>Encontro</b>	<b>Etapa / atividade</b>
1º	<b>Contextualização temática da crise hídrica:</b> <i>Debates e questionário de sondagem investigativa (Quadro 2), análise e discussão da reportagem de Chiaretti (2015), intitulada “Cadê a água que estava aqui?”.</i>
2º	<b>Atribuição de atividades:</b> <i>Divisão dos alunos em grupos intitulados como equipes profissionais.</i>
3º	<b>Acompanhamento da aprendizagem I:</b> <i>Realização de Seminários preparados pelas equipes de alunos.</i>
4º	<b>Acompanhamento da aprendizagem II:</b> <i>Realização da palestra sobre o Tratamento de Água.</i> <i>Início das atividades dos grupos de alunos divididos em “equipes profissionais”</i> <i>Questionário 2: Aprendizagem Mediada Intermediária.</i>
5º	<b>Culminância:</b> <i>Apresentação do Projeto, exposição dos banners confeccionados pelos designers, maquete dos engenheiros e experimentos de análises de água</i> <b>Análise da atuação das equipes dos alunos:</b> <i>Questionário destinado à comunidade escolar; Questionário 3: Aprendizagem Avaliativa em Educação Ambiental e percepções gerais das apresentações.</i>

**Quadro 1:** Etapas do desenvolvimento do projeto.

Os alunos participantes no projeto foram subdivididos em grupos, com atribuições específicas e denominações de categorias profissionais, conforme apresentado no Quadro 2.

Temas de Pesquisa	Equipe/Tarefa
Falta d'água no Brasil	<i>Designers:</i> layout, impressão e distribuição de plaquinhas para a maquete; dois <i>banners</i> (uma para o resumo das pesquisas e outro para a divulgação dos resultados sobre consumo de água); adesivos da Campanha de conscientização.
Tratamento e Reaproveitamento de água	Engenheiros: construção da maquete esquematizando o tratamento da água, de acordo com a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo-Sabesp.
Consumo de água	Peritos/Conscientizadores: elaboração do questionário sobre consumo de água, elaboração das perguntas, escolha do público-alvo, coleta de dados.
Qualidade e Reaproveitamento de água	Químicos: análise de amostras de água e comparação com os resultados esperados de acordo com os padrões estipulados pelo Ministério do Meio Ambiente e eventuais legislações estaduais.

**Quadro 2:** Atribuição Profissional dos Grupos de Alunos.

Todo o material produzido pelos alunos durante os encontros, incluindo-se os questionários, foi analisado. Os momentos foram fotografados e, quando pertinentes, gravados em vídeo e/ou áudio, com a devida autorização dos responsáveis dos alunos.

## O Produto

A temática qualidade de água foi o enfoque selecionado para ser desenvolvido como inspiração para a construção de um produto para a abordagem de química no ensino médio.

O produto desenvolvido, com a participação dos alunos, consistiu na elaboração de um Kit Educacional Experimental de Química – Análises de Água (*KeeQ*), feito a partir de uma adaptação de Kits de Análises de água já disponíveis no meio acadêmico, como por exemplo o *Alfakit*, e adaptado com kits de análise de aquários. A ideia é possibilitar ao professor desenvolver sua própria versão do *KeeQ*.

Para compor o *KeeQ*, foram selecionadas – após ensaios prévios - as seguintes análises experimentais: amônia tóxica, cloretos, pureza total e pH, que fazem parte dos parâmetros do Índice de Qualidade de Água adotado no Brasil (ANA, 2017).

Os Kits não são propostos isoladamente, mas associados a uma contextualização temática e contendo fichas de apoio aos docentes com diferentes objetivos: azuis (com os conteúdos pertinentes aos experimentos e questões propostas para discussão com a turma); verdes (roteiro experimental e resultados esperados); vermelhas (advertências e informações de segurança); marrons (instruções de descarte no anverso, dispostas em pequenos textos –resumos). Esse produto será disponibilizado no Portal do Educador- MEC ([portaldoeducador.mec.gov.br](http://portaldoeducador.mec.gov.br)).

## **Resultados**

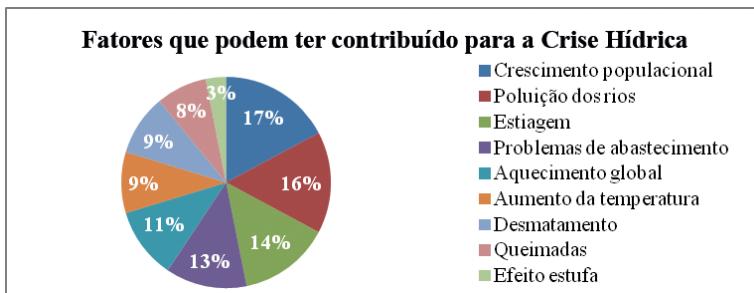
Alguns dos resultados obtidos a partir das análises dos questionários adotados são apresentados a seguir. O questionário 1, relativo à sondagem investigada, adotado inicialmente, encontra-se no Quadro 3.

- 1.** Quais são os meio(s) de comunicação que você utiliza mais frequentemente para buscar informações?
- 2.** Você já ouviu falar da Crise hídrica?
- 3.** O que você sabe sobre a crise hídrica?
- 4.** Em sua opinião, que fator(es) pode(m) ter ocasionado tal situação?
- 4.1.** Como essa crise pode afetar sua vida?
- 5.** O Brasil também está passando por essa crise hídrica?
- 6.** Você acredita que a água pode acabar? Qual a probabilidade de isso ocorrer?
- 7.** De onde vem a água que você consome?
- 8.** Escreva com suas palavras, que etapas são necessárias até que a água chegue até sua casa/escola?
- 9.** O que, em sua opinião, pode ser considerada “água própria para consumo”?
- 10.** Como você classifica a água que consome?
  - 10.1.** Como você considera a água apropriada para o consumo humano:  
a) água pura? b) água potável? c) água limpa? d) Para mim é tudo a mesma coisa.
- 11.** O que você entende por tratamento de água e de esgoto?
- 12.** O esgoto de sua casa é tratado?
- 13.** A química contribui no tratamento de água ou esgoto?

**Quadro 3:** Questionário 1- Sondagem investigativa.

Em relação à crise hídrica em 2015 – ano de muita divulgação sobre a falta d’água em São Paulo –, a maioria dos alunos respondeu que tinha pouco (41%) ou um conhecimento regular (35%) sobre o assunto e ainda 24% não tinham nenhuma informação sobre o tema.

Quando arguidos em relação aos fatores que podem ter desencadeado a crise hídrica, 17% atribuíram-na ao crescimento populacional, seguido de 16% “culpando” a poluição dos rios, 14% à falta de chuvas. Os problemas técnicos no abastecimento foram a causa para somente 13%. O desmatamento e as queimadas são atribuídos por uma minoria, como mostra o Gráfico 1.



**Gráfico 1:** Fatores que podem ter desencadeado a crise hídrica, na opinião dos alunos.

Em outra questão, 67% dos alunos acreditam que a crise hídrica pode afetar muito a sua vida; 27% pensam que pode afetar de maneira regular e 6 % pensam que não afetará em nada.

Sobre a questão da finitude dos recursos hídricos, somente 18% dos entrevistados consideram isso provável, o que demonstra a falta de informação exemplificada na observação de um dos alunos: “(...) *toda água do mundo, é pouco provável, pois quase metade do mundo é composto de água.*”

Pôde-se observar, com as respostas da maioria dos alunos, a grande importância da discussão, do debate, da contextualização temática sobre os recursos hídricos, sua disponibilização e sua qualidade, o que foi realizado previamente aos experimentos químicos e à apresentação do Projeto Ciências para a comunidade. Os experimentos realizados foram importantes na contextualização, contribuindo, assim, para o posicionamento de 67% dos alunos quanto à importância dos temas de Qualidade e Tratamento da Água.

Dentre outras observações, um dos alunos respondeu que a água própria para consumo deve passar por tratamento adequado (*tratada*), como respondeu na questão 9 do Questionário 1. Esse mesmo

aluno afirma posteriormente que as análises são importantes “*para verificar se a água está própria para consumo*”, indicando a importância que ele associou entre as análises de água e sua qualidade.

No dia da apresentação do Projeto de Ciências, os alunos entrevistaram o público que vinha prestigiar seus trabalhos. A maioria dos entrevistados já havia “ouvido falar muito” sobre falta d’água, água tratada e potável, mas “pouco” a respeito da qualidade de água.

A maior parte do público considerou ter se informado muito com as apresentações, denotando que houve o processo de mediação do conhecimento docente-alunos. Para a maioria do público questionado, o estudo da química pode melhorar “muito” a qualidade da água. Deve-se ressaltar que a linguagem utilizada pelos alunos na apresentação pode ter sido não familiar para uma parte do público e, por isso, deverá ser mais discutida e elaborada para se tornar mais acessível.

### **Considerações Finais**

A abordagem das temáticas água e qualidade de água no contexto social foi proposta no ensino médio de Química, utilizando a mediação e a experimentação, em prol da conscientização ambiental.

Este projeto pôde contribuir, portanto, para a promoção da EA na escola e na comunidade presente durante a apresentação do Projeto de Ciências (pais, professores, funcionários e alunos) através da mediação de alunos de uma turma do 2º ano do ensino médio de um colégio da Zona Norte do Rio de Janeiro. A mobilização participativa dos alunos pôde ser observada por meio da ampla campanha interna realizada para o consumo consciente de água na comunidade escolar e com seus familiares.

## **Referências Bibliográficas**

ANA - Agência Nacional de Águas. Atlas Esgotos. Despoluição das bacias hidrográficas - Situação da coleta e do tratamento de esgotos: Situação atual. Disponível em: <<http://atlasesanitarios.ana.gov.br/>>. Acesso em: 19 mar 2018.

\_\_\_\_\_ Portal da Qualidade das Águas. Indicadores de qualidade - Índice de qualidade das águas (IQA). Disponível em: <[portaldpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx](http://portaldpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx)>. Acesso em: 22 mai 2015.

\_\_\_\_\_ Lei Nº 9433, de 8 de janeiro de 1997. Disponível em <Lei da Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade das águas\_ANA>. Acesso em: 20 de novembro de 2017.

\_\_\_\_\_ Lei No 9433, de 8 de janeiro de 1997. Disponível em <Lei da Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade das águas\_ANA>. Acesso em: 20 de novembro de 2017.

\_\_\_\_\_ Conjuntura sobre Recursos Hídricos no Brasil-Informe 2014. Encarte Especial sobre a Crise Hídrica. Disponível em: <[www3.snhirh.gov.br/portal/snhirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/crisehidrica2014.pdf](http://www3.snhirh.gov.br/portal/snhirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/crisehidrica2014.pdf)>. Acesso em: 20 de novembro de 2015.

ARTAXO, Paulo. Uma Nova Era Geológica em nosso planeta: O Antropoceno. Revista USP, São Paulo, n 103, p. 13-24, 2014.

BRANCO, Samuel Murgel. **Água: origem, uso e preservação.** São Paulo: Moderna, 2<sup>a</sup> Ed. 96 p. 2003.

CENCI, Adriane; COSTAS, Fabiane Adela Tonetto. Mediação e conceitos cotidianos: os aportes de Feuerstein e Vygotsky para in-

vestigar as dificuldades de aprendizagem. **Psicologia em Revista**, Belo Horizonte, v. 19, n. 2, p. 250-270, ago. 2013.

CHIARETTI, Marco. Cadê a água que estava aqui? **Saraiva atua-liza**. São Paulo, ano 11, n. 26, p.22-25, mai., 2015.

ECODEBATE. 11 fatos que você precisa saber sobre a crise hídrica no Brasil. **EcoDebate**. Mangaratiba, mar., 2015. Disponível em: [http://www.ecodebate.com.br/2015/03/25/11\\_fatosque-voce-precisa-saber-sobre-a-crise-hidrica-no-brasil/](http://www.ecodebate.com.br/2015/03/25/11_fatosque-voce-precisa-saber-sobre-a-crise-hidrica-no-brasil/). Acesso em 8/5/2017.

FOLHA, 2017. Medo e depressão marcam atingidos dois anos após tragédia em Mariana. Disponível em <<http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2017/10/1929165-medo-e-depressao-marcam-a-rotina-em-vilas-afetadas-por-tragedia-em-mariana.shtml>>. Acesso em: dezembro de 2017.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia- Saberes Necessários à Prática Educativa**. Editora Paz e Terra, São Paulo, 40<sup>a</sup> reimpressão, 147 p., 1996.

FRANCO, Maria Amélia Santoro. Pedagogia da pesquisa-ação. **Educação e pesquisa**, v. 31, n. 3, p. 483-502, 2005.

GUIMARÃES, Mauro (org.). Caminhos da Educação Ambiental. Da forma à Ação. Editora Papirus, São Paulo, 5<sup>a</sup> Edição, 112 p. 2011.

ISSBERNER, Liz-Rejane; Léna, Philippe. **Brazil in the Anthropocene- Conflicts between predatory development and environmental policies** (Editores). 1<sup>a</sup> ed. Nova Iorque. Editora Routledge. 367 pp.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Disponível em <Qualidade da água no Brasil\_pdf>. Acesso em novembro de 2017

MUSEU DO AMANHÃ, Exposição Principal: “Antropoceno: somos uma força planetária”, 2017. Disponível em <<https://museudoamanha.org.br/pt-br/antropoceno-somos-uma-forca-planetaria>>. Acesso em 08 de dezembro de 2017.

O GLOBO, 2017. Após dois anos, impacto ambiental do desastre em Mariana ainda não é totalmente conhecido. Disponível em <<https://g1.globo.com/minas-gerais/desastre-ambiental-em-mariana/noticia/apos-dois-anos-impacto-ambiental-do-desastre-em-mariana-ainda-nao-e-totalmente-conhecido.ghtml>>

MORIN, Edgar. **Os Sete Saberes Necessários à Educação do Futuro.** Tradução de Les sept savoirs nécessaires à l'éducation du future, 1921. Editora Cortez, 2ª Edição, 2011.

ONUBR. Os Objetivos do Desenvolvimento do Milênio – ODS. Disponível em <https://nacoesunidas.org/tema/odm/>. Acesso em: 08 de dezembro de 2017.

SOS MATA ATLÂNTICA. Fundação divulga qualidade da água em 111 rios do país. **SOS Mata Atlântica.** São Paulo, mar., 2015. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/102095/fundacao-divulga-qualidade-da-agua-em-111-rios-pais/>. Acesso em: 9/4/2015.

STEFFEN, Will, CRUTZEN, Paul J., MCNEILL, John R. The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature? Ambio v. 36, n. 8, p. 614-621, 2007.

TERA. Irrigação é responsável pelo consumo de 72% da água no Brasil. **Tera Ambiental.** São Paulo, jul., 2013. Disponível em: <[http://www.teraambiental.com.br/blog-da\\_teraambiental/bid/320413/Irrigacao-responsavel-pelo-consumo-de-72-da-agua-no-brasil](http://www.teraambiental.com.br/blog-da_teraambiental/bid/320413/Irrigacao-responsavel-pelo-consumo-de-72-da-agua-no-brasil)>. Acesso em: 8/5/2015.

TERRA, CIÊNCIA-As principais ameaças à qualidade da água no Brasil, 22 MAR 2014. Disponível em <<https://www.terra.com.br/noticias/ciencia/as-principais-ameacas-a-qualidade-da-agua-no-brasil,178025e12f4e4410VgnCLD2000000dc6eb0aRCRD.html>>. Acesso em: 20 de novembro de 2017.

VALENTIM, Ismael Forte. A mediação no processo de construção do conhecimento. In: VALENTIM, Ismael Forte; OLIVEIRA, Fábio Falcão (orgs.). **EDIFICA: Filosofia, Teologia e Educação**. São Paulo: FANATEL, 2013, 43-69 p.

ZHOURI, Andréa; VALENCIO, Norma; OLIVEIRA, Raquel; ZUCARELLI, Klemens Laschefski; MARCOS, Santos Ana Flávia. O desastre da Samarco e a política das afetações: classificações e ações que produzem o sofrimento social. Cienc. Cult. vol.68 no.3, São Paulo, Jul/set 2016.



# PROBLEMATIZANDO O ENSINO DE FUNÇÕES INORGÂNICAS: UMA PROPOSTA DE TRABALHO EXPERIMENTAL

*Fabiane Pereira Martins*

*Rodrigo Volcan Almeida*

*Marcelo Hawrylak Herbst*

## Introdução

Ao trabalhar o tema “Funções Inorgânicas” no ensino médio, desenvolve-se uma série de definições e classificações que estão relacionadas fundamentalmente às fórmulas das substâncias químicas e não à maneira como reagem. De acordo com os principais livros didáticos de química para o ensino médio, as “Funções Inorgânicas” são definidas como um grupo de substâncias com propriedades químicas semelhantes. E as funções a serem estudadas são: ácidos, bases, sais e óxidos.

Campos e Silva (1999) argumentam que essas classificações são uma forma inapropriada de abordar o tema, principalmente porque são excludentes, já que existem sais que são ácidos, sais que são bases, óxidos que são ácidos, óxidos que são bases, dentre outros exemplos. E, além disso, todo este conteúdo entra em contradição quando os conceitos de acidez e basicidade são lecionados. Por exemplo, segundo Kotz e Treichel (2005), ácido de Arrhenius é toda substância que ao reagir com a água causa o aumento da concentração de íons  $\text{H}_3\text{O}^+$  no meio, e base de Arrhenius é toda substância

que ao reagir com a água causa o aumento da concentração de íons OH<sup>-</sup> no meio. Silva e colaboradores (2014) mostraram que o ensino de funções inorgânicas no nível médio tem reflexos negativos sobre as concepções dos alunos do ensino superior acerca da definição de ácido-base de Arrhenius. O substancialismo foi o principal obstáculo epistemológico entre alunos de química, segundo os autores.

Na busca por metodologias alternativas ao ensino de funções inorgânicas, priorizando o tratamento dos obstáculos epistemológicos, neste trabalho foram desenvolvidas estratégias de ensino que fizeram parte da dissertação intitulada “Construindo Alternativas ao Ensino das “Funções Inorgânicas” à Luz da Epistemologia de Gaston Bachelard” (MARTINS, 2016).

A experimentação foi utilizada para que os estudantes, através da participação na execução dos experimentos, refletissem e discutessem entre si sobre as definições das “funções inorgânicas”. Assim, a estratégia didática baseada nas noções de objetivo-obstáculo e conflito sócio-cognitivo foi adotada para lidar com os obstáculos epistemológicos referentes ao tópico “funções inorgânicas”. Roteiros de práticas simples, usando materiais comuns, para avaliar caráter ácido ou básico das soluções, foram elaborados no sentido de estimular nos alunos indagações sobre os conceitos pré-estabelecidos na tentativa de estabelecer novas ideias, para auxiliar na compreensão de que acidez e basicidade, segundo Arrhenius, se relacionam com a reatividade dos compostos com a água e não exclusivamente com suas fórmulas químicas. Os resultados foram avaliados durante e após a realização da experimentação, buscando esclarecer que ácidos de Arrhenius não necessariamente terão hidrogênio em suas fórmulas, assim como bases de Arrhenius nem sempre terão hidroxila.

O objetivo deste trabalho foi, portanto, discutir um instrumento (produto) de conflito sócio-cognitivo no âmbito de sequências

didáticas alternativas ao ensino tradicional do tópico “funções inorgânicas”, baseadas na noção de objetivo-obstáculo. Sendo o produto proposto uma aula experimental.

## **Fundamentação Teórica**

Entende-se que um professor deve trabalhar para o desenvolvimento de um potencial crítico em seus alunos, estimulando-os para serem capazes de se questionarem sobre os fenômenos que observam. Quando indivíduos não se questionam sobre os fenômenos observados, principalmente os corriqueiros, que parecem claros, segundo Bachelard (1996), constroem ideias denominadas de obstáculos epistemológicos, que dificultam a construção do conhecimento científico, dificultando o rompimento das barreiras com o senso comum. É importante ressaltar que os obstáculos epistemológicos devem ser considerados formas de conhecimento que, por seu poder explicativo, resistem às mudanças, estas entendidas como retificações, elaborações e refinamentos conceituais. Além disso, segundo Bachelard, existem diferentes tipos de obstáculos epistemológicos, que são polimorfos e muitas vezes de difícil distinção. No presente trabalho é importante destacar os obstáculos da experiência primeira, verbal e substancialista.

Ao se observar um fenômeno e limitar-se às suas características primeiras, constitui-se uma estagnação à construção do conhecimento científico, ou seja, um obstáculo epistemológico. Na construção do conhecimento o sujeito deve buscar explicações ao observado, segundo Bachelard (1996), ao trabalhar com experiências muito marcantes, por exemplo, em termos de mudanças de cores e explosões, um professor de química deve continuamente passar da bancada de experimentos para o quadro de anotações, na tentativa de extrair do concreto o abstrato. Caso isso não ocorra, multiplicar experiências com muitas imagens pode prejudicar a

construção de uma cultura científica, onde as ideias ficariam meramente substituídas por imagens.

O obstáculo verbal, por outro lado, se manifesta no uso de linguagem imprecisa ou descuidada, ou no emprego irrefletido, por vezes abusivo, de analogias e metáforas. Como a linguagem se desenvolve de forma diferente dos conceitos, muitas vezes os mesmos termos carregam mais de um significado, o que pode gerar obstáculos epistemológicos. Analogias, quando mal utilizadas, acabam por gerar imagens que podem também se constituir em obstáculos epistemológicos.

Fundamental para a compreensão deste trabalho, o obstáculo substancialista é a associação da identidade de uma substância com suas características sensoriais e/ou macroscópicas. Segundo Bachelard (1996) o substancialismo pode ser detectado pelo acúmulo de adjetivos para um mesmo substantivo. As características de uma substância são valorizadas de forma intensa, fazendo-se a associação de determinadas características a um tipo de substância. Ou seja, as propriedades sensoriais e/ou macroscópicas definem a substância, em detrimento da percepção de que as propriedades são relacionais, ou melhor dizendo, são consideradas em relação a algo. Por exemplo, o caráter ácido ou básico de uma substância se define em relação à outra substância, em uma reação e não como uma propriedade intrínseca da substância.

Astolfi (1994), a partir da noção de objetivo-obstáculo, propõe uma sequência de etapas para superar possíveis obstáculos epistemológicos no processo de ensino-aprendizagem, a saber: localizar o obstáculo, fragilizá-lo ou contorná-lo, superá-lo e fazer a automatização dos conhecimentos adquiridos, aplicando-os em diferentes situações. Para Astolfi (1994), após a etapa de localização, a estratégia de *contornar* um obstáculo seria adotada pelo professor ao não

ensinar determinada temática, enquanto que a estratégia de *fragilizar* seria propor problemas sobre as temáticas trabalhadas com os estudantes na tentativa que os mesmos se questionem, preferencialmente de forma coletiva, sobre determinadas explicações geralmente aceitas (por alunos e por professores...) e avancem na construção de outras. Esse questionamento coletivo, entre iguais, porém mediado pelo professor, é conhecido como “conflito sócio-cognitivo”.

Segundo Astolfi (2001) um conflito cognitivo surge quando um indivíduo se depara com contradições entre suas ideias, suas representações e suas ações. O conflito sócio-cognitivo, por sua vez, está relacionado às experiências vividas em conjunto, onde exemplos de uns podem servir de aprendizado para outros. Por outro lado, segundo Laburú (2006), parece consenso entre pesquisadores e professores de ciências naturais que atividades experimentais devem permear as relações de ensino-aprendizagem, uma vez que a experimentação como estratégia de ensino, torna as aulas mais atraentes, auxiliando na compreensão dos conceitos. Evidentemente, essas aulas devem ser bem preparadas para que o estudante não se limite à observação, mas possa participar ativamente. O professor deve estimular o estudante na experimentação a buscar explicações para o observado. Assim, neste trabalho a participação coletiva dos alunos na experimentação foi utilizada como o recurso didático para estimular o surgimento de conflitos sócio-cognitivos sobre os conceitos de “funções inorgânicas” e ácido-base de Arrhenius.

Segundo Lopes (2007), a teoria ácido-base, ou como se referem os livros didáticos, o estudo das “funções inorgânicas” é um dos assuntos onde os obstáculos substancialistas estão muito presentes. Destacando-se as propriedades ácidas e básicas como intrínsecas ao próton ( $H^+$ ) e à hidroxila ( $OH^-$ ) presentes nas moléculas ou agregados iônicos. Posteriormente estudam classificações de óxidos, de sais e se deparam, por exemplo, com  $NH_4Cl$ ,  $FeCl_3$  e  $CuSO_4$ , que os livros definem,

segundo Lopes (2007) como sais neutros de reação ácida, sendo que os dois últimos não possuem hidrogênio na fórmula. E propõe o seguinte questionamento: “De que vale, entretanto, uma função, se ela não define a forma de reação de uma espécie? Por que não classificar diretamente em função da forma de reagir?” (LOPES, 2007, p. 170).

## **Metodologia**

Este trabalho se insere no âmbito do projeto “Investigação de obstáculos epistemológicos nas áreas de ensino, pesquisa e divulgação de ciências”, aprovado pelo comitê de ética da Escola Nacional de Saúde Pública - FIOCRUZ - CAAE 14095313.0.0000.5240. Está vinculado ao Mestrado Profissional em Ensino de Química, na UFRJ e se relaciona às discussões do Grupo Interinstitucional e Interdisciplinar de Estudos em Epistemologia, GI<sub>2</sub>E<sub>2</sub> ([www.epistemologia.ufrj.br](http://www.epistemologia.ufrj.br)).

O projeto foi desenvolvido no primeiro semestre de 2016, no Instituto Pio XI (Rede Beneditina), colégio particular localizado no subúrbio do Rio de Janeiro. A população participante, foi formada por 66 estudantes, na faixa etária de 15 a 17 anos, de duas turmas matutinas da 2<sup>a</sup> série do ensino médio. Em uma turma denominada A (com 33 estudantes) empregou-se a sequência didática de *contorno* às “funções inorgânicas”, ou seja, não foi abordado o tema. Já na segunda, denominada turma C (33 estudantes), empregou-se a metodologia de *fragilização*, ou seja, apresentou-se o tema “funções inorgânicas” conforme a maioria dos livros didáticos (MARTINS, 2016). Nas duas turmas uma experimentação foi incluída, contudo com objetivos distintos.

## **Desenvolvimento do produto**

A experimentação foi realizada no laboratório de ciências da instituição de ensino onde o projeto foi aplicado, no horário destinado às aulas de laboratório, cada turma dividida em dois grupos.

A aula prática foi baseada na determinação de caráter ácido, básico ou neutro de algumas soluções, a partir de indicadores ácido-base, possibilitando a análise da escala de pH, com o objetivo de associar as definições de ácido e base, segundo Arrhenius, enfatizando a reação das substâncias com a água e discutindo a reação de neutralização.

O indicador usado foi a água do feijão preto que possui antocianinas que são indicadores ácido-base, como uma estratégia facilitadora da execução do experimento, por ser um produto de fácil obtenção na região sudeste do Brasil. As soluções testadas foram primeiramente, de ácido clorídrico, hidróxido de sódio, cloreto de sódio. E, posteriormente, nitrato de alumínio, cloreto de amônio, bicarbonato de sódio e acetato de potássio. As fórmulas de todas as substâncias foram apresentadas nos roteiros. No roteiro de prática, as propostas de neutralização não foram descritas, na tentativa de verificar a sugestão das reações pelos estudantes.

A experimentação foi realizada após o estudo da definição de ácido e base de Arrhenius, para a turma A (*contorno*). Sendo possível reafirmar na prática o que estudaram na teoria, assim como aprofundar a discussão. Para a turma C (*fragilização*) as funções inorgânicas, ácidos e bases já haviam sido estudadas, e a experimentação foi aplicada com o objetivo de estimular um conflito sócio-cognitivo, fragilizando os possíveis obstáculos substancialistas e verbais estabelecidos ao se definir as funções ácido e base. Isso foi possível, pois na experimentação os estudantes verificaram que soluções de sais podem apresentar pH ácido ou básico, mesmo não tendo hidrogênio ou hidroxila em suas fórmulas.

A aula experimental foi iniciada com o seguinte questionamento: “O que é um indicador ácido – base?”. Após interação com os estudantes foi apresentada no quadro branco uma definição de indicador. Em seguida, falou-se sobre indicadores naturais e artificiais, dando

ênfase às antocianinas do feijão preto, assim como o preparo de padrões ácidos e alcalinos, como em Soares e colaboradores (2001).

Posteriormente, a experimentação seguiu de acordo com o roteiro proposto (Quadro 1), e a cada ensaio a função do professor foi de solicitar aos estudantes o preenchimento da tabela com a cor observada, que refletissem sobre o observado, considerando também o que já estudaram e que fizessem perguntas.

*Determinação do caráter (ácido, básico ou neutro) de algumas soluções usando água de feijão preto como indicador.*

**Materiais:**

Feijão; água; bêcher; tubos de ensaio; estantes para tubos de ensaio; pipetas; soluções: soluções: 0,5% de ácido clorídrico (1) e de hidróxido de sódio (2) e 1% cloreto de sódio (3), 1% de nitrato de alumínio (A); 1% de bicarbonato de sódio (C); 5% de cloreto de amônio (B), 3% de acetato de potássio (D).

**Procedimentos:**

- 1) Coloque o feijão preto de molho na água, para ocorrer a extração das antocianinas, indicadores ácido-base, por 30 minutos.
- 2) Separe 3 tubos de ensaio e coloque 5 gotas de cada uma das seguintes soluções e em seguida 5 gotas da solução de indicador do feijão.

Soluções	Cor observada	Ácido, básico ou neutro
(1) HCl		
(2) NaOH		
(3) NaCl		

Obs.: Não houve sugestão de neutralização. Mas no decorrer da prática os estudantes sugeriram.

- 3) Separe 4 tubos de ensaio e coloque 5 gotas de cada uma das seguintes soluções e em seguida 5 gotas da solução de indicador do feijão. Nitrato de alumínio (A), cloreto de amônio (B), bicarbonato de sódio (C) e acetato de potássio (D). Observe e faça as anotações necessárias.

Soluções	Cor observada	Ácido, básico ou neutro
(A) $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$		
(B) $\text{NH}_4\text{Cl}$		
(C) $\text{NaHCO}_3$		
(D) $\text{H}_3\text{CCOOK}$		

**Quadro 1:** Roteiro da aula experimental.

Como recurso de avaliação das etapas da pesquisa desenvolvida, foi utilizado um conjunto de mapas conceituais (MC), questionários e provas. No presente trabalho demonstraremos os resultados obtidos apenas para os questionários e os MC.

Como estratégia de acesso as representações prévias dos estudantes, utilizou-se uma questão (quadro 2) que envolvia a definição de ácido de Arrhenius segundo Kotz e Treichel (2005), que é diferente da abordagem normalmente feita pelos livros didáticos para o ensino médio. Esse questionamento foi repetido em etapa posterior a experimentação, com o objetivo de avaliar a importância do conflito sócio-cognitivo proporcionado pela experimentação nas diferentes sequências didáticas abordadas.

Definição de ácido de Arrhenius: “ácido é toda substância que ao reagir com a água causa o aumento da concentração de íons  $\text{H}_3\text{O}^+$  no meio”. Em seguida, foi feita a questão: Um ácido de Arrhenius deve ter necessariamente hidrogênio (H) em sua fórmula? ( ) sim ( ) não

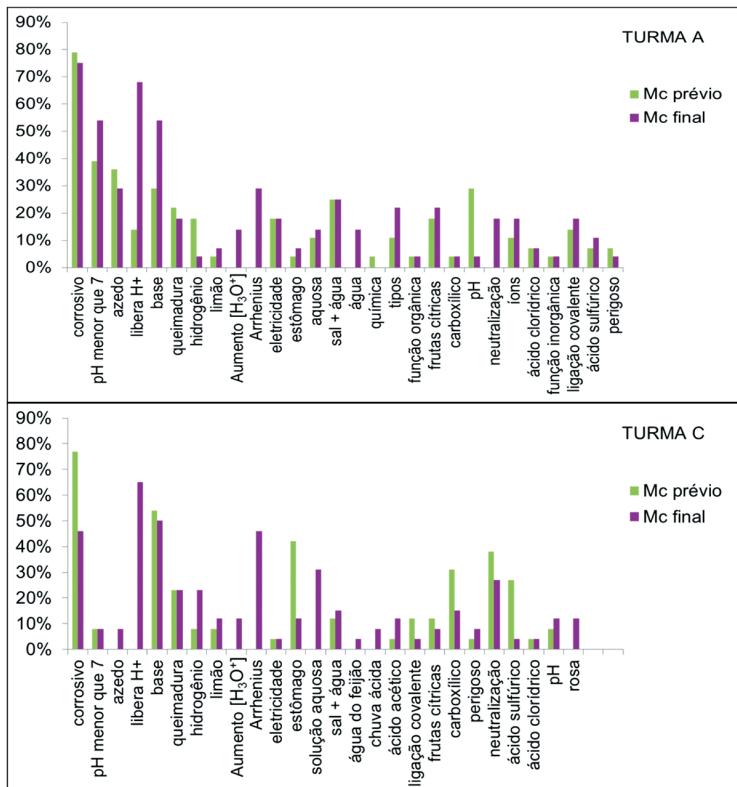
**Quadro 2:** Questão sobre a definição de Arrhenius

Além da questão acima, foram usados mapas conceituais onde os estudantes foram orientados na construção de um MC<sub>prévio</sub> sobre suas representações relacionadas ao conceito de “ácido”, e de outro, MC<sub>final</sub> após a experimentação. Para avaliar os MC determinou-se o número de vezes em que cada “palavra” e/ou “frase” foi citado, de acordo com a metodologia de avaliação qualitativa descrita por Terra (2014). Com esses dados, foi realizada uma análise percentual de cada citação frente ao total de estudantes de cada turma.

## Resultados e Discussão

Inicialmente é importante ressaltar que a utilização de extratos vegetais (i.e. feijão preto, repolho roxo, uva, etc.) para demonstração de conceitos de acidez-basicidade, pH, soluções tampão, entre

outros, é frequentemente utilizada em experimentações em ensino de química (SOARES, 2001). Portanto, do ponto de vista experimental, o que está sendo proposto não é novidade. Por outro lado, a utilização desta proposta experimental, já consolidada, como forma de auxiliar na compreensão conceitual correta, através do questionamento do ensino das funções inorgânicas e da interpretação substancialista da definição ácido-base de Arrhenius, é uma das contribuições deste trabalho para o ensino de química.



**Figura 1:** Comparação dos Mapas Conceituais prévios e finais das turmas A e C de 2016. Considerando os termos citados nos mapas e a porcentagem de alunos que fizeram a abordagem.

Para avaliar a eficiência das sequências didáticas utilizadas fez-se inicialmente uma avaliação das representações prévias acerca do conceito de “ácido” utilizando-se da construção de MC. Como pode-se observar (figura 1 - MC<sub>prévio</sub>) muitos estudantes caracterizaram “ácido” através de suas experiências cotidianas, utilizando palavras como “corrosivo”, “azedo”, “estômago”, demonstrando um perfil bastante sensorial, da realidade concreta e palpável. Em função destes resultados buscou-se uma outra forma de avaliação, que fosse mais direcionada ao diagnóstico da presença ou não, da representação substancialista de “ácido”. Para isto a questão sobre a definição de Arrhenius (Quadro 2) foi apresentada aos estudantes.

A partir dos resultados apresentados na tabela 1 é possível observar que a grande maioria (80 – 91%) dos estudantes apresentou uma afinidade com a representação substancialista de “ácido”, pois mesmo com a definição de Arrhenius apresentada de forma correta, os estudantes se manifestaram que para ser ácido deveria possuir H em sua fórmula.

Depois da aplicação das diferentes sequências didáticas e da experimentação, os mesmos instrumentos de avaliação foram empregados novamente.

Nos mapas conceituais (MC<sub>final</sub>) a referência ao “aumento [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>]”, para caracterizar um ácido de Arrhenius, ainda que em não tão alta frequência, é o principal conceito que merece ser destacado ao se fazer a avaliação dos mapas conceituais finais das turmas A e C. Representando uma correta associação a definição de ácido de Arrhenius trabalhada na nova proposta de ensino: “*Substância que ao reagir com a água causa aumento da concentração de íons H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> (ou H<sup>+</sup>) no meio.*”. Por outro lado, o termo libera H<sup>+</sup> foi mais citado pelos estudantes nos mapas finais, caracterizando a dificuldade de se romper com o obstáculo substancialista. Observou-se também,

de forma mais acentuada nas turmas de *contorno*, referência a faixa ácida de pH, o que foi debatido na aula prática. Também foi possível notar ganho de conceitos científicos nos mapas finais, ainda que ocorra grande referência aos termos “corrosivo” e “azedo”.

Já na resposta direta à definição de Arrhenius (Tabela 1) pode-se observar melhor a evolução dos estudantes do início do projeto e após a sequência didática trabalhada.

Turma	No início		Após experimentação	
	SIM	NÃO	SIM	NÃO
A	80%	20%	25%	75%
C	91%	9%	50%	50%

**Tabela 1:** Respostas a questão exposta no quadro 2, sobre a definição de ácido de Arrhenius.

Na turma A, na qual a estratégia de *contorno* dos obstáculos foi adotada apresentaram melhor rendimento, corroborando a ideia de que a estratégia de *contorno* foi mais eficiente e que a experimentação ajudou na consolidação dos conhecimentos. Por outro lado, um quantitativo considerável nas duas turmas permanece relacionando a presença do hidrogênio ao ácido, reforçando a dificuldade de se romper com uma representação prévia, quando há afinidade por determinada explicação, ou seja, dificuldade em fragilizar determinados obstáculos epistemológicos.

### Considerações finais

A experimentação foi uma estratégia didática fundamental neste trabalho ao proporcionar aos estudantes situações para o desenvolvimento de conflitos sócio-cognitivos, se inserindo nos objetivos-obstáculos traçados pela proposta da pesquisa em propor alternativas ao estudo das “funções inorgânicas”.

A partir da aula experimental e dos resultados obtidos o professor pode estudar e avaliar quais estratégias poderia utilizar para a melhoria de aulas futuras.

### **Referências bibliográficas**

ASTOLFI, J. P.; **Conceptos clave en la didáctica de las disciplinas**, Espanha: Díada editora, 2001.

ASTOLFI, J. P. El trabajo didáctico de los obstáculos, em el corazón de los aprendizajes científicos. **Enseñanza de las Ciencias**, 12, 206-216, 1994.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

CAMPOS, R. C.; SILVA, R. C. Funções da química inorgânica... funcionam? **Química Nova na Escola**, n. 9, p. 18-22, 1999.

KOTZ, J. C.; TREICHEL JR., P. M. **Química geral e reações químicas**. São Paulo: Thomson, v. 1, p. 136-138, 2005.

LABURÚ, C. E. Fundamentos para um experimento cativante. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 3, p. 382-404, 2006.

LOPES, A. R. C. **Currículo e Epistemologia**. Ijuí, RS: Ed. Unijuí, 2007.

MARTINS, F. P.; **Construindo alternativas ao ensino das “funções inorgânicas” à luz da epistemologia de Gaston Bachelard**. (Dissertação de Mestrado). IQ-UFRJ: Rio de Janeiro-RJ, 2016. 110 pp.

SILVA, L. A.; LARENTIS A. L.; CALDAS, L. A.; RIBEIRO, M. G. L.; ALMEIDA, R. V; HERBST M. H. Obstáculos Epistemológicos no Ensino-Aprendizagem de Química Geral e Inorgânica no Ensino Superior: Resgate da Definição Ácido-Base de Arrhenius e Crítica ao Ensino das “Funções Inorgânicas”. **Química Nova na Escola**, v. 36, n. 4, p. 261-268, 2014.

SOARES, M. H. F. B.; CAVALHEIRO, E. T. G.; ANTUNES, P. A. Aplicação de extratos brutos de flores de quaresmeira e azaleia e da casca de feijão preto em volumetria ácido-base. Um experimento para cursos de análise quantitativa. **Química Nova**, Vol. 24, n. 3, 408-411, 2001.

TERRA, L. L. **Desafios para a transposição didática na formação a distância de professores de ciências: Possibilidades, Perspectivas e Alternativas**. 2014 (Tese de doutorado). Instituto de Bioquímica Médica, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: 2014.

## **OS AUTORES**

### **Carina Costa dos Santos**

Possui Graduação em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (2014), Graduação em Pedagogia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2010) e Mestrado em Ensino de Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2017). Atualmente é Professora I da Secretaria de Educação do Estado do Rio de Janeiro – Santo Cristo.

### **Carlos Frederico Loureiro**

Possui Licenciatura em Ciências Físicas e Biológicas - UFRJ (1989), bacharelado em ecologia - UFRJ (1988), mestrado em Educação – PUC-Rio (1992) e doutorado em Serviço Social - UFRJ (2000). Atualmente é professor associado da faculdade de educação da Universidade Federal do Rio de Janeiro, professor dos programas de pós-graduação em educação (PPGE) e em psicossociologia de comunidades e ecologia social (Eicos), ambos da UFRJ. Líder do Laboratório de Investigações em Educação, Ambiente e Sociedade (LIEAS/UFRJ). Pesquisador do Núcleo de Estudos Latino-Americanos/Universidade Católica de Pelotas e do Grupo de Pesquisa em Educação Ambiental e Formação de Professores da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Pesquisador 1C do CNPq. Autor de inúmeros livros e artigos em Educação Ambiental. Parecerista ad hoc de diversos periódicos, CNPq, Capes e fundações de amparo à pesquisa.

### **Caroline Ferreira Santos Rodrigues**

Graduada em Licenciatura em Química no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ - Cam-

pus Nilópolis). Mestre em Ciências, em Ensino de Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Atualmente atua na rede particular de ensino, nos municípios do Rio de Janeiro e Japeri. Atuou de 2009 a 2013 no PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência), financiado pela Capes. Fez parte do Programa Institucional Voluntário de Iniciação Científica e Tecnológica (PIVICT), com o projeto: Pesquisando Metodologias no Ensino de Química.

### **Cristiana de Barcellos Passinato**

Licenciada em Química pelas Faculdades Souza Marques, especialista em Políticas Públicas e Projetos Socioculturais em Espaços Escolares do Curso de Especialização Saberes e Práticas na Educação Básica da Faculdade de Educação e Mestre em Ensino de Química pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Química, cursos da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Atualmente, professora docente I da Secretaria de Educação do Estado do Rio de Janeiro e técnica em química do Departamento de Bioquímica do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

### **Fabiane Pereira Martins**

Possui Graduação em Licenciatura em Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2008). Mestrado em Ensino de Química (2016) pelo IQ - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Atualmente é professora estatutária da SEEDUC, ocupando o cargo de professor docente I - química, lotada no Colégio Estadual Ruy Barbosa e professora de química da rede privada de ensino, atuando no Instituto Pio XI (Rede Beneditina).

### **Gabriela Salomão Alves Pinho**

Graduação em Psicologia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (2001), mestrado em Psicologia Social pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (2005) e doutorado em Psicologia Clínica pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (2010). Atualmente é professora efetiva do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), campus Duque de Caxias. Coordenadora de Gestão de Processos Educacionais do PIBID-IFRJ. Membro do Núcleo Docente Estruturante do curso de Licenciatura em Química - IFRJ e do Núcleo de Gênero e Diversidade Sexual. Pesquisadora da instituição.

### **Guilherme Cordeiro da Graça de Oliveira**

Graduado em Licenciatura em Química pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (1988), mestrado em Físico-Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1991) e doutor em Engenharia Metalúrgica e de Materiais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1996). Atualmente é professor associado da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Tem experiência na área de Química, com ênfase em Eletroquímica, atuando principalmente nos seguintes temas: impedância eletroquímica, cinética eletroquímica, corrosão e ação inibidora. Atua atualmente na Pesquisa de Espaços Não Formais de ensino e aprendizagem de química.

### **Jussara Lopes de Miranda**

Graduada em Licenciatura em Química pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (1989), Mestre em Química pela PUC-Rio (1994) e doutora em Química pela PUC-Rio (1999), com ênfase em Bioinorgânica de aminoácidos. Atualmente é professora associada do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro e professora permanente do Programa de Pós-Graduação em Ensi-

no de Química (PEQui). Coordena os Laboratórios de Catálise de Química Ambiental (LACQUA) e o de Análise de Biocombustíveis e Derivados de Petróleo (LABiPETRO). É coordenadora do Programa de Formação de Recursos Humanos na área de Químico do Petróleo e Biocombustíveis do IQ da UFRJ. Áreas de atuação: química e educação ambiental e desenvolvimento sustentável, química de compostos de coordenação, síntese de novos adsorventes para CO<sub>2</sub>, síntese de materiais híbridos metal-orgânicos (MOFs) e síntese de catalisadores para processos de conversão de CO<sub>2</sub> em produtos de valor agregado. Atua também na área de qualidade de combustíveis, em especial, o biodiesel.

### **Marcelo Delena Trancoso**

Possui graduação em Química Industrial pela Faculdade Nuno Lisboa (1993); curso de Especialização em Ensino Universitário pela Universidade Castelo Branco (1994); curso de Licenciatura Plena em Química e curso de Bacharelado em Química pela Faculdade de Humanidades Pedro II (1996); curso de Especialização em Ensino de Química (2010) e Mestrado em Ciências, em Ensino de Química, pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2016). É professor de química no Colégio Brigadeiro Newton Braga (CBNB), estabelecimento Federal de Ensino que pertence a Força Aérea Brasileira.

### **Marcelo Hawrylak Herbst**

Bacharel em Química pela Universidade Estadual de Londrina (1995) e Doutor em Química pela Universidade Estadual de Campinas (2001) com ênfase em compostos organometálicos de platina e fulereno-60. Pesquisador associado junto ao Laboratório de Aplicações de Ressonância Magnética do Instituto de Física da UFRJ entre 2001 e 2005. Professor Associado da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (2006). Tem publicações nas áreas de Química

Inorgânica, Materiais e Catálise, e Ensino de Química, atuando principalmente nos seguintes temas: síntese e caracterização de compostos de coordenação contendo ligantes organofosforados e materiais derivados de hidróxidos duplos lamelares, aplicações da ressonância paramagnética eletrônica (EPR), caracterização de materiais por espectroscopia de absorção de raios-X (XAS) e didática no ensino de ciências. É co-autor do livro Introdução à Ressonância Paramagnética Eletrônica de onda contínua. Aplicações ao estudo de complexos de metais de transição (Auremn, 2007). Pesquisador do Grupo Interinstitucional e Interdisciplinar de Estudos em Epistemologia ([www.epistemologia.ufrj.br](http://www.epistemologia.ufrj.br)), com produção na área de ensino de ciências. Coordenador do Programa de Pós-graduação em Química da UFRJ entre 2015 e 2017. Coordenador local do PROFQUI.

### **Mariana Berendonk**

Técnica em Química, Graduada em Licenciatura Plena em Química pela Universidade do Grande Rio. Pós Graduada em Ensino de Ciências pelo Centro de Bioquímica Médica na UFRJ. Durante o curso técnico, estagiou no laboratório de Bioprocessos na Escola de Química na UFRJ. Atualmente, é professora titular de Química no Ensino Médio e Fundamental em duas escolas da rede privada de ensino no município de Duque de Caxias. É aluna do curso do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Química – PEQui (UFRJ/IQ).

### **Nadja Paraense Dos Santos**

Possui graduação em Engenharia Química e em Licenciatura em Química pela UFRJ, mestrado em Educação pela FE/UFRJ e doutorado em Engenharia de Produção Área de História das Ciências pela COPPE/UFRJ. Tem experiência na área de História das Ciências, atuando principalmente nos seguintes temas: história da

química, ensino de química, história das ciências no Brasil. É professora nos Programas de Pós-Graduação HCTE, PEQui, sendo coordenadora do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) do Instituto de Química da UFRJ.

### **Pablo Wolf Oliveira**

Possui graduação em Licenciatura em Química pelo CEFET - Química, atual IFRJ. Especialização em Ensino de Química pela UFRJ e está cursando o Mestrado Profissional em Ensino de Química do Instituto de Química da UFRJ. Atualmente é professor de Química na Escola Técnica Estadual Santa Cruz, da rede FAEPEC, RJ, e no Colégio Estadual Barão de Itararé, da Secretaria Estadual de Educação do Rio de Janeiro.

### **Paula Macedo Lessa dos Santos**

Possui Graduação em Licenciatura em Química pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (1992). Foi professora da Educação Básica na área de Química. Possui Mestrado em Química de Produtos Naturais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2002) e Doutorado em Química de Produtos Naturais, ambos realizados no Núcleo de Pesquisas de Produtos Naturais da UFRJ (2007). Realizou estágio pós-doutoral na Universidade Federal Fluminense em obtenção de derivados triazólicos do ácido cafeico. Atuou como tecnologista no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) e no Instituto Nacional de Tecnologia (INT). Já coordenou projetos na área de Produtos Naturais. É química da UFRJ e coordena projetos na área de Meio Ambiente e Educação. É Professora do programa de Pós-Graduação em Ensino de Química (PEQui), e do Mestrado Profissional em Química (PROFQUI).

### **Rodrigo Volcan Almeida**

Possui Graduação em Engenharia Química pela Fundação Universidade Federal do Rio Grande (2000), Mestrado (2001) e Doutorado (2005) em Engenharia Química pela COPPE - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Pós-doutorado pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2006). Atualmente é Professor Associado (classe DI) da Universidade Federal do Rio de Janeiro, coordenador do Laboratório de Microbiologia Molecular e Proteínas (LaMMP), professor permanente do Programa de Pós-graduação em Bioquímica (PPGBq - conceito 6 na CAPES) e do recém criado Mestrado Profissional em Ensino de Química, ambos do Instituto de Química da UFRJ. Atuou como vice-chefe do Departamento de Bioquímica no ano de 2012 e como vice-coordenador do PPGBq de 2012 a 2016. Tem revisado artigos para Process Biochemistry, Enzyme and Microbial Technology, Journal of Biological Chemistry, Brazilian Journal of Microbiology, Enzyme Research, Biotechnology and Applied Biochemistry e Ciência e Tecnologia de Alimentos. Tem atuado como consultor ad hoc para FACEPE, FAPESB e FAPERJ. Tem experiência na área de Engenharia Química , com ênfase em Biotecnologia. Atuando principalmente nos seguintes temas: Tecnologia Enzimática, Enzimas Extremofílicas, Expressão Heteróloga de Enzimas de Interesse Industrial, Esterases, Lipases, Proteases, Imobilização de Enzimas. Além disso, tem desenvolvido trabalhos na área de Ensino de Química (Bioquímica) e Epistemologia.

### **Rozana Gomes de Abreu**

Possui Graduação em Licenciatura em Química pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (1998), graduação em Engenharia Química pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (1995), Mestrado em Educação pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2002) e Doutorado em Educação pela Universidade do Es-

tado do Rio de Janeiro (2010). Atualmente é professora do Setor Curricular de Química do Colégio de Aplicação da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), professora e vice-coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Química (PEQui), no Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Tem experiência na área de Educação e ensino de química.

### **Sheila de Araujo**

Licenciada em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (2015) e Mestranda em Ensino de Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Atualmente é professora de Química na Fundação de Apoio à Escola Técnica, Ciência, Tecnologia, Esporte, Lazer, Cultura e Políticas Sociais de Duque de Caxias – RJ (FUNDEC). Professora voluntária de Físico-Química no Pré Vestibular para Negros e Carentes (PVNC). Participou como colaboradora nos projetos de pesquisa e extensão, realizados no IFRJ.

### **Verônica de Souza Mussoi**

Possui graduação em Química - Licenciatura Plena pela Universidade do Grande Rio (2008). Possui especialização em Ensino de Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2009). Mestre em Ensino de Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2017). Atualmente é professor docente I do Governo do Estado do Rio de Janeiro. Professora do Colégio Alfa e supervisora do PIBID-IFRJ. Tem experiência na área de Química, com ênfase em polímeros.

### **Waldmir Nascimento de Araujo Neto**

Engenheiro e licenciado em Química pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro, mestre e doutor em Educação pela Universidade Federal Fluminense e pela Universidade de São Paulo, respectivamente. Professor colaborador no Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal de Juiz de Fora. Atualmente é Coordenador do Laboratório Interdisciplinar de Formação de Educadores e Vice-Cordenador do Núcleo de Educação à Distância da UFRJ. Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Química do IQ-UFRJ. Lidera o Laboratório de Estudos em Semiótica e Educação Química, vinculado ao programa de Pós-Graduação em Ensino de Química do IQ-UFRJ.

### **Walter José Teixeira Júnior**

Possui graduação em Licenciatura em Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2013) e Mestrado em Ensino de Química, pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2016). Atualmente é docente I - química - Colégio Estadual Professora Maria José Raunheitti Duccini e docente de química - Educandário Modelo. Tem experiência na área de Química, com ênfase em Ensino de Química, atuando principalmente nos seguintes temas: Método jigsaw de aprendizagem cooperativa, experimentação, jogos no ensino de química.

